

Research Article

Reconstruction of Women's Birth Histories Using Census Data: A Methodological Refinement and Empirical Application in the 2% Sample of the 2016 Census of Iran

Mohammad Haddadi^{1*} , Hossein Mahmoudian² ¹ PhD in Demography, Department of Demography, Faculty of Social Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.² Professor of Demography, Department of Demography, Faculty of Social Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.

ARTICLE INFO

Received: 27 November 2025

Revised: 27 July 2026

Accepted: 27 July 2026

Published: 31 August 2026

Keywords:Census data,
Own-children method,
Parity progression ratios,
Total fertility rate,
Birth interval.

ABSTRACT

Fertility research and the analysis of its trends are central topics in population studies. However, in some countries such as Iran, limitations in birth history data have reduced the application of employing many advanced fertility analysis methods. Aiming to reduce this limitation, this study addresses and evaluates the validity of the process of reconstructing birth histories using the 2% sample of the 2016 Iranian Population and Housing Census. In this method, first, children living in households are linked to their biological mothers; then, the number and probable age of deceased and absent children are estimated using conditional cohort fertility probabilities, survival and mortality probabilities, and the non-residence adjustment factor in household (K). Finally, based on these estimates, the complete birth history of each woman is reconstructed. The results demonstrate that the estimates obtained from the birth history reconstruction method are highly consistent with those of the own-children method. The reconstructed total fertility rate (TFR) for 2016 was 1.95 children per woman, which is in full agreement with the estimate derived from the own-children method. Furthermore, the RMSE, MAE, and MAPE values for the entire country were 0.034, 0.025, and 1.33%, respectively, while the Pearson correlation coefficient between the two methods was 0.95. These values in urban and rural areas also showed a strong performance between the two methods. These findings suggest that birth history reconstruction provides a reliable approach for deriving fertility indicators from census data and can serve as a useful alternative in countries with limited longitudinal fertility data.

Introduction

Fertility research and understanding the mechanisms of its change constitute a central component of population studies, as changes in fertility behavior have profound implications in shifts in population dynamic and growth, age structure, and socioeconomic policymakings. Despite the significance of this topic, the precise study of fertility behavior in many developing countries, including Iran, faces challenges due to limited longitudinal data. Fertility information is typically obtained from three major sources: the vital registration system, population censuses, and demographic surveys. However, the birth registration system in many developing countries, like as Iran, lacks complete coverage, and although censuses benefit from large sample sizes, they typically

only provide information on the total number of children and the number of surviving children born to women, lacking data on the timing of births, birth order, and birth intervals. Birth history data enable dynamic analysis of fertility behavior and, by providing individual-level information on the timing and order of births, facilitate the study of parity progression ratios, birth intervals, and factors affecting fertility transitions. Despite the importance of these data, no continuous and up-to-date national survey recording complete birth histories of women has been available in Iran to date. Consequently, a significant portion of fertility studies in Iran have relied on aggregate indicators such as the total fertility rate or indirect estimation methods, leaving the detailed examination

*Corresponding author: Mohammad Haddadi. Phd in Demography, Department of Demography, Faculty of Social Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.

E-mail address: haddadi1741@ut.ac.irE-ISSN: 2717-3208 / © National Institute for Population Research, Iran. This is an open access article under the CC BY 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).**Cite this article:**Haddadi, M., & Mahmoudian, H. (2026). Reconstruction of women's birth histories using census data: A methodological refinement and empirical application in the 2% sample of the 2016 census of Iran. *Iranian Population Studies Journal*, 10(2): 19-35.<https://doi.org/10.22034/jips.2026.562268.1330>

of the childbearing process at the individual level relatively constrained. One strategy to address this limitation is to reconstruct birth histories from cross-sectional census data. [Luther and Cho \(1988\)](#) proposed an algorithm for reconstructing birth histories from census data, in which, in addition to children present in the household, deceased and non-resident children are estimated probabilistically. Despite the methodological value of this approach, its systematic application to Iranian census data, along with the updating of its implementation algorithm in modern computing environments, has not yet been investigated. Accordingly, the aim of the present study is to implement and evaluate the birth history reconstruction method using the 2% sample of the 2016 census of Iran. This study seeks to rewrite the [Luther and Cho](#) algorithm in the R software environment and assess its capability in generating valid fertility indicators.

Methodology and Data

This study uses the two-percent sample of the 2016 Population and Housing Census of Iran.). In the first stage, children residing in the household were linked to their biological mothers using available information on household relationships, age, sex, and the other demographic characteristics. In the next stage, to complete the women's birth histories, the number and probable ages of these missing children were estimated using conditional cohort fertility probabilities, child survival and mortality probabilities, and the non-residence adjustment factor in household (K). Following the reconstruction of complete birth histories, various fertility indicators were calculated, including the total fertility rate (TFR), parity progression ratios (PPRs), and birth intervals. To evaluate the validity of the method, the reconstruction results were compared with the Own-Children Method, civil registration estimates, and other existing studies. Furthermore, the pattern of fertility transitions was examined at both the period and cohort levels in order to assess the structural consistency of the reconstructed data.

Findings

The results demonstrate that the reconstructed birth history reconstruction method is capable of representing fertility pattern in Iran with satisfactory accuracy. Examination of parity transitions indicated that the reconstructed data possess a logical structure consistent with expected fertility patterns. In both period and cohort analyses, transitions from lower to higher birth orders declined systematically, suggesting the absence of major structural error in the reconstruction procedure. Based on the reconstructed data, the total fertility rate in 2016 was estimated at 1.95 children per woman. This figure exactly matched the estimate derived from the Own-Children Method. Furthermore, the RMSE, MAE, and MAPE values for the national level were 0.034, 0.025, and 1.33 percent, respectively. The Pearson correlation coefficient between the estimates derived from two methods was 0.95, demonstrating a strong level of agreement the birth history reconstruction method

and the Own-Children method Examination of the method's performance in urban and rural areas also indicated that the reconstruction algorithm exhibits suitable stability, with the correlation coefficients between the two methods in urban and rural areas being 0.98 and 0.97, respectively. Furthermore, the analysis of parity progression ratios revealed that fertility decline in Iran is primarily associated with reduction in transitions to higher-order births, particularly after the second birth, rather than a substantial decline in women's entry into childbearing.

Discussion and Conclusion

The findings of the present study demonstrate that reconstructing birth histories from census data can serve as a practical and reliable approach to compensate for the lack of longitudinal fertility data in Iran. Although the own-children method enables the estimation of overall fertility levels, it has limited capacity for analyzing the timing of births, birth intervals, and birth sequences. In contrast, reconstructed data facilitate the application of advanced methods such as survival analysis and the examination of factors influencing fertility transitions. Despite the high validity of the results, this method faces certain limitations, including dependence on the quality of reported children ever born, uncertainty in estimating deceased and non-resident children, and the potential for error in identifying the biological mother. Nevertheless, the high degree of consistency between the indicators derived from the reconstruction method, the own-children method, and other available sources suggests that these limitations do not preclude the research application of these data. Overall, this study demonstrates that updating the Luther and Cho algorithm within the R software environment can provide a transparent, replicable, and efficient framework for extracting birth histories from Iranian census data. This method can serve as a supplementary data source for studying fertility trends, analyzing social and regional differentials, and developing population forecasting models in the absence of longitudinal data.

Acknowledgment

This article is based on the first author's doctoral dissertation, entitled "Trends and Determinants of Fertility Changes in Iran: Focusing on the Timing and Occurrence of Births Using a Birth History Reconstruction Approach".

مقاله پژوهشی

بازسازی تاریخچه موالید زنان با استفاده از داده‌های سرشماری: بازنگری روشی و کاربرد تجربی در نمونه دو درصد سرشماری ۱۳۹۵ ایران

محمد حدادی^{*۱}، حسین محمودیان^۲ ^۱ دکترای جمعیت‌شناسی، گروه جمعیت‌شناسی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.^۲ استاد جمعیت‌شناسی، گروه جمعیت‌شناسی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

مطالعه باروری و تحلیل روندهای آن از موضوعات مهم در مطالعات جمعیت‌شناسی است. اما در برخی کشورها از جمله ایران، محدودیت داده‌های تاریخچه موالید، امکان بهره‌گیری از بسیاری از روش‌های پیشرفته تحلیل باروری را کاهش داده است. در پژوهش حاضر با هدف کاهش این محدودیت، فرایند بازسازی تاریخچه موالید، با استفاده از داده‌های دو درصد سرشماری ۱۳۹۵ ایران ارائه و اعتبار آن ارزیابی شد. در این روش، ابتدا کودکان حاضر در خانوار به مادران زیستی خود پیوند داده شدند؛ سپس تعداد و سن احتمالی فرزندان فوت‌شده و غایب با استفاده از احتمالات شرطی باروری نسلی، احتمالات بقا و فوت و ضریب تعدیل عدم سکونت در خانوار (K)، برآورد شد. درنهایت بر اساس این برآوردها، تاریخچه کامل موالید هر زن، بازسازی شد. نتایج نشان داد که برآوردهای حاصل از روش بازسازی تاریخچه موالید، همخوانی بالایی با روش فرزندان خود دارد. میزان باروری کل (TFR) بازسازی‌شده برای سال ۱۳۹۵ برابر با ۱/۹۵ فرزند به ازای هر زن است، که با برآورد روش فرزندان خود مطابقت کامل دارد. همچنین مقادیر RMSE، MAPE و MAE برای کل کشور به ترتیب ۰/۰۳۴، ۰/۰۲۵ و ۱/۳۳ درصد و ضریب همبستگی پیرسون بین دو روش ۰/۹۵ به‌دست‌آمد. این مقادیر در مناطق شهری و روستایی نیز نشان‌دهنده توافق بالای دو روش است. یافته‌ها بیانگر آن است که، بازسازی تاریخچه موالید می‌تواند ابزاری کارآمد برای استخراج شاخص‌های باروری از داده‌های سرشماری و جایگزینی مناسب در کشورهایی با محدودیت داده‌های طولی باشد.

دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۰۶

اصلاح: ۱۴۰۵/۰۵/۰۵

پذیرش: ۱۴۰۵/۰۵/۰۵

انتشار: ۱۴۰۵/۰۶/۰۹

کلیدواژه‌ها:

داده‌های سرشماری،
روش فرزندان خود،
نسبت پیشرفت موالید،
میزان باروری کل،
فاصله بین موالید.

مقدمه

توسعه‌یافته، نظام ثبت موالید به‌اندازه‌ای دقیق نیست که بتوان بر اساس آن سطح و روندهای باروری را در طول زمان بررسی کرد (Avery et al., 2013; Rindfuss, 1976).

باوجوداینکه، سرشماری‌ها در اغلب کشورها از گذشته تاکنون به‌طور منظم و با حجم نمونه بسیار بزرگ اجرا شده‌اند، معمولاً فقط

مطالعه و تحلیل باروری یکی از محورهای اصلی پژوهش‌های جمعیتی است و نقشی تعیین‌کننده در شناخت پویایی‌های جمعیت، پیش‌بینی تغییرات آینده و سیاست‌گذاری اجتماعی و اقتصادی ایفا می‌کند. اطلاعات مربوط به باروری معمولاً از نظام‌های ثبت وقایع حیاتی، سرشماری‌ها و پیمایش‌های جمعیت‌شناختی به‌دست می‌آید (Çagatay, 2006). باین‌حال، در بسیاری از کشورهای کمتر

*نویسنده مسئول: محمد حدادی. دکترای جمعیت‌شناسی، گروه جمعیت‌شناسی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

نشانی ایمیل: haddadi1741@ut.ac.ir

استناد به این مقاله: حدادی، محمد؛ محمودیان، حسین (۱۴۰۵). بازسازی تاریخچه موالید زنان با استفاده از داده‌های سرشماری: بازنگری روشی و کاربرد تجربی در نمونه دو درصد سرشماری ۱۳۹۵ ایران. دوفصلنامه مطالعات جمعیتی، ۱۰(۲): ۳۵-۱۹.

موالید، فواصل بین موالید) تحلیل و بررسی خواهد شد تا مشخص گردد آیا این روش می‌تواند به بازسازی داده‌هایی بپردازد که بتواند به برآوردهای معتبر و دقیق از شاخص‌های باروری در ایران منجر گردد؟ باوجود پیشرفت‌های روش‌شناختی در تحلیل باروری، پژوهش‌های انجام‌شده در ایران عمدتاً بر شاخص‌های تجمعی باروری یا روش‌های غیرمستقیم برآورد باروری مبتنی بوده‌اند و به دلیل نبود داده‌های تاریخیچه موالید در سطح ملی، امکان تحلیل رویدادهای باروری در سطح فردی، زمان‌بندی موالید، فاصله‌های بین موالید و نسبت‌های پیشرفت موالید را نداشته‌اند. از سوی دیگر، اگرچه روش بازسازی تاریخیچه موالید در مطالعات بین‌المللی معرفی شده است، تاکنون کاربرد نظام‌مند آن برای داده‌های سرشماری ایران، همراه با به‌روزرسانی الگوریتم اجرایی در محیط نرم‌افزار R و ارزیابی قابلیت آن در تولید شاخص‌های باروری، مورد بررسی قرار نگرفته است. از این‌رو، خلأ اصلی پژوهش حاضر، فقدان یک چارچوب عملی و قابل تکرار برای بازسازی تاریخیچه موالید از داده‌های سرشماری و استفاده از آن در تحلیل‌های پیشرفته باروری در ایران است. نوآوری این مطالعه در توسعه و به‌کارگیری این روش برای داده‌های دو درصد سرشماری ایران، فراهم ساختن امکان استخراج تاریخیچه موالید در سطح فردی و ارزیابی قابلیت آن در محاسبه شاخص‌های متنوع باروری و مطالعات بعدی جمعیت‌شناختی است.

پیشینه پژوهش

روش فرزندان خود که توسط گرابیل و چو^۵ (۱۹۶۵) ابداع شد، یکی از مهم‌ترین روش‌های غیرمستقیم برای برآورد سطح و روند باروری از داده‌های مقطعی سرشماری یا پیمایش خانوار است (Reid et al., 2020). منطق این روش بر این اصل استوار است که کودکان معمولاً همراه مادر خود در یک خانوار سکونت دارند و با استفاده از متغیرهای نسبت خانوادگی، سن و وضعیت زناشویی می‌توان کودکان را به مادران زیستی نسبت داد. این روش با بهره‌گیری از ساختار سنی زنان و کودکان و نیز الگوهای مرگومیر مرسوم، میزان باروری را برای حدود ۱۵ سال پیش از اجرای سرشماری برآورد می‌کند (Abbasi-Shavazi, 1997; Çagatay, 2006; Retherford & Cho, 1978).

مزیت اصلی روش فرزندان خود، نیاز نداشتن به داده‌های اضافی و حساسیت پایین آن به خطاهای برآورد جداول بقا در شرایط مرگومیر معمول است (Retherford & Cho, 1978; Reid et al., 2020). به همین دلیل، این روش در کشورهای با نظام ثبت وقایع حیاتی ناقص

«تعداد کل فرزندان»^۱ و «تعداد فرزندان در حال حاضر زنده»^۲، زنان ثبت می‌شود و اطلاعاتی درباره زمان تولد همه فرزندان یا رتبه موالید وجود ندارد. از سوی دیگر، پیمایش‌های باروری موجود به‌علت محدود بودن حجم نمونه و ناقص بودن پوشش جغرافیایی، توان تحلیل دقیق رفتار باروری را در سطح استان‌ها، شهرها، نواحی روستایی و گروه‌های مختلف اجتماعی را ندارند. داده‌های سرشماری برای پاسخگویی به بسیاری از پرسش‌ها در زمینه باروری با محدودیت‌هایی روبه‌رو است مانند: زمان‌بندی موالید، نسبت پیشرفت موالید، نقش شروع، توقف، فاصله‌گذاری یا به‌تعویق‌انداختن موالید در گذار باروری (Timæus, 2021).

اگرچه روش فرزندان خود^۳ به‌عنوان ابزاری کاربردی برای برآورد شاخص‌های باروری به‌شمار می‌رود، اما روش مذکور بر پایه ساختار سنی زنان و کودکان، تنها برآوردهایی کلی از سطوح باروری ارائه می‌کند و فاقد امکان تحلیل زمان‌بندی موالید، فاصله‌گذاری بین موالید و نسبت پیشرفت موالید است (Schoumaker & Hayford, 2004; Avery et al., 2013). به همین دلیل، در دهه‌های اخیر گرایش به استفاده از روش فرزندان خود، کاهش یافته و استفاده از داده‌های تاریخیچه موالید (FBH) با استقبال گسترده‌ای روبه‌رو بوده است (Avery et al., 2013; Geoff, 2013; Childs, 2004). تاریخیچه موالید با ثبت رویدادها در سطح فردی، امکان بازسازی مسیر کامل باروری زنان را در سطح فردی و با کنترل سایر متغیرها فراهم می‌سازد. باوجود نقش اساسی تاریخیچه موالید در تحلیل الگوها و پویایی‌های باروری، بسیاری از کشورها از جمله ایران فاقد پیمایش‌های باروری هستند که اطلاعات کامل و ساختارمند درباره تاریخیچه موالید زنان ارائه دهند. این موضوع موجب می‌شود امکان مطالعه دقیق رخداد‌های باروری در طول چرخه زندگی و تحلیل تغییرات زمانی در رفتارهای باروری محدود گردد. بنابراین، پرسش اساسی این است که چگونه می‌توان با اتکا به داده‌های دو درصد سرشماری به بازسازی تاریخیچه موالید زنان پرداخت؟

از این‌رو این مقاله در تلاش است تا با به‌کارستن روش‌های نوین آماری «روش بازسازی تاریخیچه موالید» که توسط لوتر و چو^۴ (۱۹۸۸) بسط یافته است را با استفاده از قابلیت‌های نرم‌افزار R به‌روزرسانی نماید. در نتیجه، امکان استفاده از این روش برای بازسازی تاریخیچه موالید زنان با استفاده از داده‌های دو درصد سرشماری فراهم شود. در ادامه، برپایه داده‌های بازسازی شده سرشماری سال ۱۳۹۵، شاخص‌های مربوط به باروری (مانند میزان باروری کل، نسبت پیشرفت

¹ Children Ever Born

² Children Still Surviving

³ Own Children Method

⁴ Luther & Cho

⁵ Grabill & Cho

(تعداد کل موالید زنده، تعداد فرزندان بازمانده، سن و تعداد فرزندان حاضر در خانوار) و نیز میزان‌های باروری ویژه سنی (به‌عنوان پارامتر برون‌زا) استفاده می‌کند تا سن فرزندان فوت‌شده یا غایب را به‌صورت احتمالی برآورد کند. مزایای این روش عبارتند از: (۱) صرفه‌جویی اقتصادی (عدم نیاز به جمع‌آوری داده جدید)، (۲) حجم نمونه بسیار بزرگ (امکان تحلیل خرد) و (۳) قابلیت استخراج روندهای پیوسته در صورت تداوم سرشماری‌ها (Moultrie et al., 2013).

در دهه ۲۰۰۰، سایر پژوهشگران کوشیدند این روش را اصلاح کنند. **میراندا-ریبیرو و سیلوا^۳** (۲۰۰۵) از روش وزن‌دهی معکوس^۴ (IPW) برای نسبت‌دادن کودکان فوت‌شده و غایب استفاده کردند. **هکر^۵** (۲۰۲۰) نیز با افزودن یک مدل رگرسیون پواسون برای بهبود برآورد نرخ‌های باروری سنی، روش لوتر و چو را روی سرشماری‌های ۱۹۰۰ و ۱۹۱۰ ایالات متحده به‌کار گرفت. باین‌حال، هر دو مطالعه همچنان کاملاً بر چارچوب مفهومی **لوتر و چو** (۱۹۸۸) متکی بودند و اصلاحات اعمال شده در سطح بهبود برآورد پارامترها نه تغییر بنیادین در الگوریتم بازسازی باقی ماند.

مرور ادبیات نشان می‌دهد که علی‌رغم ارزش روش‌شناختی رویکرد لوتر و چو، سه خلأ عمده وجود دارد: (۱) قدیمی بودن الگوریتم اصلی: این روش در دوره‌ای طراحی شد که توان محاسباتی و نرم‌افزارهای امروز در دسترس نبود. بسیاری از مراحل با تقریب و ساده‌سازی دستی انجام می‌گرفت و الگوریتم فاقد شفافیت در تخصیص‌های احتمالاتی است. مقاله حاضر برای پرکردن این شکاف‌ها طراحی شده است: در این راستا (۱) الگوریتم لوتر و چو را با استفاده از نرم‌افزار R بازنویسی و شفاف‌سازی می‌کند، (۲) برای نخستین بار آن را بر روی داده‌های دو درصد سرشماری ۱۳۹۵ ایران پیاده می‌سازد و عملکرد آن را می‌سنجد و (۳) از داده‌های بازسازی‌شده برای تحلیل فاصله بین موالید و نسبت پیشرفت موالید با مدل‌های بقا استفاده می‌کند. بدین‌ترتیب، این پژوهش نه تنها یک به‌روزرسانی محاسباتی، بلکه یک ارزیابی تجربی جامع از قابلیت روش بازسازی تاریخچه موالید در بافت جمعیتی ایران ارائه می‌دهد.

روش پژوهش و داده‌ها

هسته اصلی روش بازسازی تاریخچه موالید یک فرآیند احتمالاتی است: تاریخچه موالید ناقص هر زن (فهرست فرزندانی که در خانوار حاضر هستند) به همراه اطلاعات تکمیلی درباره تعداد کل فرزندان زنده به دنیا آمده و تعداد فرزندان درحال حاضر زنده، به‌عنوان ورودی این روش

(ازجمله ایران) کاربرد دارد، اما دارای محدودیت‌هایی است: تنها برآوردهای کلی از سطح باروری (مانند میزان باروری کل و میزان‌های ویژه سنی) ارائه می‌دهد و قادر به تحلیل زمان‌بندی موالید، فاصله‌گذاری بین موالید، نسبت پیشرفت موالید یا هرگونه تحلیل پیشینه رویداد نیست (Schoumaker & Hayford, 2004; Avery et al., 2013).

از دهه ۱۹۷۰، با آغاز طرح پیمایش باروری جهانی (WFS) و سپس از اواسط دهه ۱۹۸۰ با اجرای برنامه پیمایش جمعیت و سلامت (DHS)، گردآوری مستقیم تاریخچه موالید به استاندارد در پژوهش‌های باروری تبدیل شد (Schoumaker & Hayford, 2004). در این روش، از هر زن مصاحبه‌شونده تاریخ تولد (ماه و سال) هر فرزند، جنسیت و وضعیت بقای فرزندان جمع‌آوری می‌شود (Avery et al., 2013). این داده‌ها امکان محاسبه شاخص‌های پویای باروری (فاصله بین موالید، نسبت پیشرفت موالید، تحلیل بقای فاصله‌های باروری) و همچنین تحلیل علی با کنترل متغیرهای زمان‌دار را فراهم می‌کنند (Moultrie et al., 2013).

باین‌وجود، داده‌های تاریخچه موالید در بسیاری از کشورهای درحال توسعه از جمله ایران به صورت ملی و منظم جمع‌آوری نمی‌شوند. این شکاف داده‌ای، پژوهشگران را به سمت روش‌های بازسازی تاریخچه موالید از داده‌های موجود (سرشماری‌ها و پیمایش‌های خانوار) سوق داده است.

اولین تلاش سیستماتیک برای بازسازی تاریخچه موالید از داده‌های سرشماری به اوایل دهه ۱۹۶۰ بازمی‌گردد. در این روش با استفاده از روش‌های تصادفی نسبت‌دهی^۱ فرزندان غایب (فوت‌شده و خارج از خانوار) به تاریخچه «فرزندان خود» افزوده شد (U.S. Bureau of the Census, 1968). این رویه در سرشماری ۱۹۷۰ نیز تکرار شد، اما فاقد آزمون سیستماتیک اعتبار و مستندسازی کامل بود و الگوریتم به‌کاررفته نسبتاً خام و غیرشفاف به شمار می‌رفت (U.S. Bureau of the Census, 1975). متعاقباً، **چو و بوسن^۲** (۱۹۸۰) روشی متفاوت اما فقط برای کودکان فوت‌شده ارائه کردند و آزمون محدودی نیز روی آن انجام گرفت. باین‌حال، تلاش‌های اولیه در مقایسه با روش‌های بعدی، از دقت و شفافیت کمتری برخوردار بودند.

نقطه عطف اصلی در این حوزه، مقاله **لوتر و چو** (۱۹۸۸) است. آنها روشی نظام‌مند برای بازسازی تاریخچه موالید از داده‌های سرشماری یا پیمایش خانوار ارائه دادند که می‌توان آن را به‌عنوان بسط روش فرزندان خود تلقی نمود. این روش از داده‌های موجود در سرشماری

¹ Imputation

² Cho & Bussen

³ Miranda-Ribeiro & Silva

⁴ Inverse Probability Weight

⁵ Hacker

به صورت احتمالی تخصیص یابند تا تاریخچه کامل موالید برای هر زن برآورد شود و در طول دوره فرزندآوری زنان توزیع گردد (شکل ۱).

استفاده می‌شوند. از روی این داده‌ها می‌توان تعداد فرزندان فوت‌شده و همچنین تعداد فرزندان زنده‌ای که در خانوار مادر سکونت ندارند را محاسبه کرد. مجموع این فرزندان، همان تعداد موالیدی است که باید



شکل ۱. جریان الگوریتم بازسازی تاریخچه موالید

Figure 1. Flowchart of the birth history reconstruction algorithm

علی‌رغم اینکه در سرشماری‌ها، اطلاعات مربوط به فرزندان (سال تولد و یا سن در هنگام سرشماری)، برای زنان واقع در سن باروری، جمع‌آوری نمی‌شوند، نوآوری اصلی این روش، شناسایی این نکته است که داده‌های سرشماری حاوی اطلاعات ضمنی درباره باروری است که بر اساس آنها می‌توان سال تولد تمام فرزندان را محاسبه یا تخمین زد. این روش، براساس این ایده شکل گرفته است که کودکان حاضر در

هدف این روش، برآورد دقیق فاصله بین موالید و نسبت‌های پیشرفت موالید در سطح کل جمعیت است. همچنین امکان تحلیل داده‌ها به صورت تحلیل بقا با کنترل سایر متغیرهای تبیینی نیز فراهم می‌گردد. در فرایند تخصیص موالید به مادر در این روش از میزان‌های باروری ویژه سنی نسلی استفاده می‌شود. این میزان‌ها می‌توانند از منابع دیگر استخراج شوند یا با اعمال روش «فرزندان خود» بر روی داده‌های مورد بررسی برآورد گردند.

غایب زنده (با مکان و سن نامشخص). دو دسته اخیر نیازمند تخصیص احتمالی سن، جنسیت و زمان تولد در مراحل بعدی بازسازی هستند. برای اصلاح خطاهای گزارش تعداد کل فرزندان (CEB) و تعداد فرزندان در حال حاضر زنده (CS)، دو معیار منطقی به کار گرفته شد: نخست، هرگاه مقدار گزارش شده CS از CEB بیشتر بود (که از نظر زیست‌شناختی ناممکن است)، مقدار CS برابر با CEB قرار داده شد. دوم، هرگاه تعداد فرزندان ساکن در خانوار از CS فزونی می‌یافت (که نشانه نقص در تطبیق یا گزارش است)، تعداد فرزندان حاضر برابر با تعداد فرزندان حاضر در خانوار در نظر گرفته شد.

برای تخصیص احتمالی جنسیت به کودکانی که در خانوار حضور ندارد یا فوت شده‌اند، از نسبت جنسی طبیعی هنگام تولد (حدود ۱۰۵ پسر در برابر ۱۰۰ دختر) به عنوان مبنای تخصیص احتمالی استفاده می‌شود. بدین‌منظور، ابتدا تعداد پسران و دختران موجود در خانوار شمارش می‌شود تا براساس آن، احتمال اختصاص جنسیت به فرزندان غایب یا فوت‌شده تعدیل گردد. به عنوان مثال، اگر در داده‌های خانوار تعداد پسران کمتر از حد انتظار باشد، احتمال تخصیص جنسیت پسر به کودکان غایب افزایش می‌یابد و بالعکس. با توجه به سهم ناچیز موارد نیازمند تخصیص جنسیت (کمتر از ۵ درصد)، حتی اگر نسبت جنسی واقعی در سال‌های مختلف اندکی متفاوت بوده باشد، تأثیر آن بر برآورد نسبت جنسی ناچیز خواهد بود. برای اطمینان بیشتر، تحلیل حساسیت با جایگزینی نسبت‌های جنسی مختلف (مثلاً ۱۰۰ و ۱۱۰) انجام شده که نشان‌دهنده عدم حساسیت نتایج به این فرض است.

در مرحله بعد، فرزندان فوت‌شده یا غیر خود باید به صورت احتمالی به مادرانشان نسب داده شوند، تا اطلاعات سنی و جنسی فرزندان فوت‌شده و غایب بازسازی گردد. این کار تا رسیدن به تعداد «کل فرزندان» ادامه می‌یابد (Luther & Cho, 1988; Hacker et al., 2020). برای تخصیص فرزندان فوت‌شده، احتمالات نسلی فرزندآوری و احتمالات مرگ‌ومیر به تفکیک گروه‌های سنی مورد نیاز است. هدف اصلی این بخش از بازسازی، اختصاص دقیق سن به فرزندان فوت‌شده است. بدین‌منظور، ابتدا احتمالات مربوطه برای تمام سنین برای تخصیص فرزندان فوت‌شده استخراج می‌شود. فرض کنید D رویدادی باشد که در آن فرزند (در هر سنی) پیش از زمان سرشماری یا پیمایش فوت کند. در این صورت، به‌طور کلی و بدون هیچ‌گونه فرض استقلال، احتمال نسبی آنکه فرزند Z سال کامل پیش از زمان سرشماری یا پیمایش متولد شده و پیش از زمان سرشماری یا پیمایش فوت کرده باشد، به صورت زیر تعریف می‌شود:

خانوار، در اغلب موارد با مادران خود زندگی می‌کنند^۱؛ در نتیجه می‌توان از طریق نسبت‌های خویشاوندی^۲، کودکان را به مادرانشان مرتبط ساخت (Hacker, 2020). این پیوند که اصطلاحاً «نسبت‌دهی فرزند به مادر» نامیده می‌شود، هسته‌ی اصلی روش بازسازی را تشکیل می‌دهد (Cho et al., 1986). (برای اطلاع از نحوه لینک کردن فرزندان به مادران در داده‌های دودرصد سرشماری ۱۳۹۵ به پیوست مراجعه نمایید). با استفاده از اطلاعات نسبت‌های خویشاوندی، ابتدا گروه‌های زیر به عنوان «مادران بالقوه» تعریف می‌شوند:

- همسر سرپرست خانوار در صورتی که سرپرست خانوار مرد باشد.
- سرپرست خانوار در صورتی که زن باشد.
- عروس یا دختران حاضر در خانوار.
- سایر زنان خویشاوند دارای سابقه فرزندآوری.

پس از انجام فرایند پیوند مادر و فرزندان، فرزندان هر مادر بر اساس سن مرتب می‌شوند (فرزندانی که در خانوار حاضر هستند). این ترتیب سنی، رتبه موالید را برای فرزندان حاضر در خانوار مشخص می‌کند. بدین ترتیب، برای هر مادر، هم فهرست فرزندان ساکن در خانوار و هم ترتیب زمانی تولد آن‌ها ثبت می‌شود. این مرحله، پایه و اساس بازسازی کامل تاریخچه موالید زنان در گام‌های بعدی را تشکیل می‌دهد. بر اساس اطلاعات فرزندان حاضر، فرایند تخصیص فرزندان غایب (فوت‌شده یا خارج از خانوار) و بازسازی کامل تاریخچه مولید صورت می‌گیرد.

در فرایند بازسازی تاریخچه موالید، برای هر مادر، نخست فرزندان زنده‌ای که با وی در یک خانوار سکونت دارند به عنوان «فرزندان حاضر در خانوار» شناسایی می‌شوند. این گروه، بخشی از کل فرزندان زنده مادر را تشکیل می‌دهند. با در دست داشتن سه مؤلفه تعداد کل فرزندان متولدشده (CEB)، تعداد فرزندان در حال حاضر زنده (CS) و تعداد فرزندان حاضر در خانوار، می‌توان تعداد فرزندان فوت‌شده و غایب را محاسبه کرد. فرزندان فوت‌شده از تفاضل CEB و CS به دست می‌آیند؛ زیرا هر فرزندی که زنده نباشد، قطعاً در شمار فرزندان زنده قرار نمی‌گیرد. همچنین، فرزندان غایب، آن دسته از فرزندان زنده‌ای هستند که به دلایلی مانند ازدواج، مهاجرت یا زندگی جداگانه، در خانوار مادر حضور ندارند. تعداد این گروه از تفاضل CS و تعداد فرزندان حاضر در خانوار محاسبه می‌شود. بدین ترتیب، هر مادر ممکن است دارای سه دسته فرزند باشد: فرزندان حاضر در خانوار (شناخته‌شده با سن و ترتیب)، فرزندان فوت‌شده (با زمان و سن نامشخص) و فرزندان

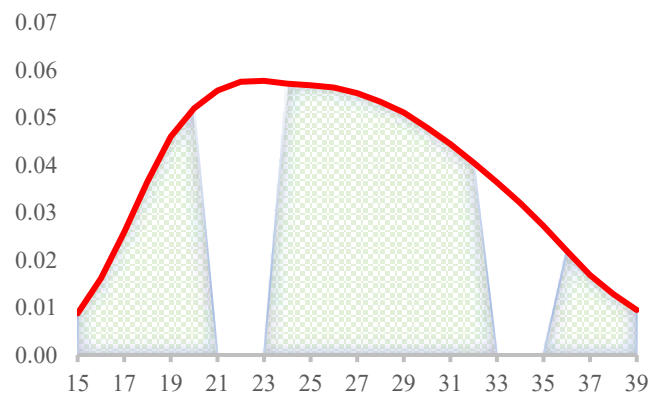
^۱ بنا به تحقیقات عباسی شوازی و همکاران (۲۰۰۹)، ۹۵ درصد از کودکان زیر ۱۵ سال در ایران با مادران خود زندگی می‌کنند.

^۲ روش بازسازی تاریخچه موالید به کامل بودن و صحت نسبت‌های خویشاوندی ثبت‌شده وابسته است. هرچند متغیر «شماره ردیف مادر» در داده‌ها می‌تواند این وابستگی را کاهش دهد، اما داده‌های دو درصد سرشماری ۱۳۹۵ فاقد این شناسه است. بنابراین، تطبیق صرفاً بر پایه متغیرهای موجود (نسبت خانوادگی، سن و وضعیت زناشویی) انجام شده است.

با استفاده از منحنی احتمالات شرطی، به کودکانی که فوت شده‌اند، با توجه به سن مادر در زمان تولد فرزند، سن تخصیص داده می‌شود. همانگونه که اشاره شد، منحنی احتمالات باروری، توزیع احتمالی سن فرزندان را مشخص می‌نماید. وقتی یک کودک فوت شده به مادر نسبت داده می‌شود، باید در این منحنی یک بازه^۱ ایجاد شود تا نشان دهد که در آن سن احتمال تخصیص فرزند دیگری وجود ندارد. این کار به صورت متوالی برای همه فرزندان فوت شده یک مادر انجام می‌شود. به عنوان مثال، اگر کودک فوت شده در ۲۷ سالگی مادر به دنیا آمده باشد، یه بازه ۲/۵ ساله در سن ۲۷ ایجاد می‌گردد (شکل ۳).

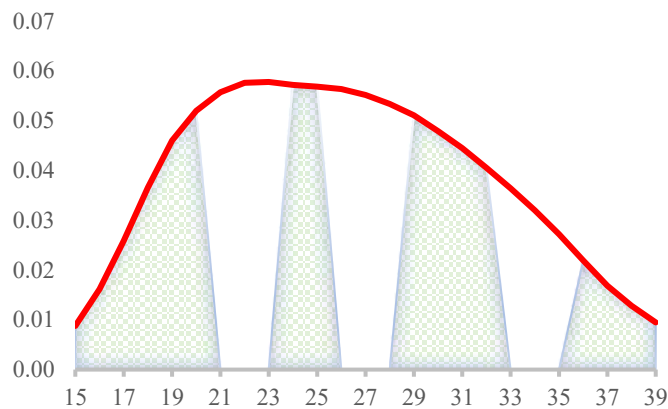
$$P[B(j) \cap D] = P[B(j)] P[D|B(j)] \quad (۱)$$

که در آن $P[D|B(j)]$ نشان دهنده‌ی احتمال شرطی فوت کودکانی است که دقیقاً j سال کامل پیش از سرشماری یا پیمایش متولد شده‌اند. مقادیر $P[D|B(j)]$ از احتمالات باروری نسلی و جداول بقا به دست می‌آیند. احتمال داشتن فرزند در سنینی که قبلاً فرزندى به مادر لینک شده (فرزند در خانوار حضور داشته)، صفر خواهد بود. این بازه یک بازه ۲/۵ ساله است (Luther & Cho, 1988). به عنوان مثال، یک زن ۳۹ ساله که یک فرزند ۱۷ ساله به او لینک شده است، احتمال تخصیص فرزند برای این مادر در بازه ۲۰/۷۵ - ۲۳/۲۵ سالگی، معادل صفر خواهد بود (شکل ۲).



شکل ۲. احتمالات شرطی داشتن فرزند برای کد خانوار ۱ بعد از حذف بازه ۲/۵ ساله احتمالات برای فرزندان حاضر در خانوار

Figure 2. Conditional probabilities of having a birth for household code 1 after removing the 2.5-year notch for surviving children in the household



شکل ۳. احتمالات شرطی داشتن فرزند برای کد خانوار ۱ بعد از حذف بازه ۲/۵ ساله احتمالات برای فرزندان حاضر و فوت شده در خانوار

Figure 3. Conditional birth probabilities for household 1 after removing the effect of the 2.5-year interval among surviving and deceased children

¹ Notch

ضریب K معمولاً از داده‌های سرشماری یا پیمایش به دست می‌آید. احتمال شرطی K نشان می‌دهد، احتمال این که کودک زنده و در زمان سرشماری در خانوار مادر حضور نداشته باشد، چقدر است. این احتمال از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است، زیرا در روش بازسازی تاریخیچه موالید معمولاً همه فرزندان زنده در خانوار مادر حضور ندارند. لازم به ذکر است که ضریب K که در این پژوهش برای برآورد احتمال عدم سکونت کودک در خانوار مادر به کار رفته است، ذاتاً تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله مهاجرت کودکان، سرپرستی مشترک پس از طلاق، فوت مادر، و خطاهای احتمالی در ثبت نسبت خانوادگی (مانند ثبت کودک به عنوان «نوه» یا «خویشاوند») قرار دارد.

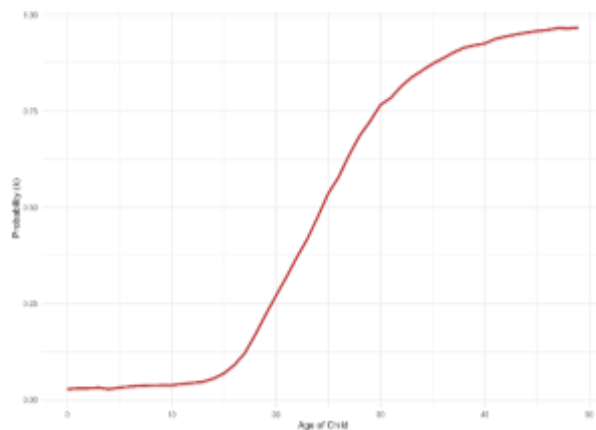
برای محاسبه ضریب K ، ابتدا داده‌های مربوط به سن مادر و سن فرزندان حاضر در خانوار استخراج می‌شود (jR). از سوی دیگر، تعداد کل کودکان ثبت شده در داده‌های دو درصد سرشماری بر اساس سن آنها شمارش می‌شود. این تعداد را (jN) می‌نامیم. پس از به دست آوردن (jR) و (jN)، ضریب k در سن (j) به شکل زیر محاسبه می‌شود.

$$\frac{jN - jR}{jN} \quad (3)$$

در گام بعد، لازم است احتمال تخصیص برای کودکان «غایب» نیز استخراج شود. برای تخصیص دادن فرزندان غایب به مادر به احتمالات باروری نسلی $P[B(j)]$ ، احتمال بقا از زمان تولد تا سرشماری $P[D|B(j)]$ و احتمال کودکان غایب $P[N|D \cap B(j)]$ نیازمند هستیم (Cho et al., 1986). فرض کنید N رویدادی باشد که در آن فرزند (در هر سنی) در زمان سرشماری «غایب» باشد (یعنی زنده و بدون تطابق با مادر). رویداد D همان گونه که پیش تر تعریف شد، بیانگر فوت کودک است. در این صورت، به طور کلی احتمال آنکه کودکی z سال کامل پیش از سرشماری یا پیمایش متولد شده و در زمان سرشماری «غایب» (یعنی زنده و بدون تطابق) باشد، به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$P[B(j) \cap N] = P[B(j)] (1 - P[D|B(j)]) P[N|D \cap B(j)] \quad (2)$$

احتمال این که کودکی که z سال قبل از سرشماری متولد شده، در زمان سرشماری یک کودک غایب و زنده باشد، برابر است با: ضرب احتمال تولد او در سال z قبل از سرشماری، در احتمال تجمعی بقا از زمان تولد تا زمان سرشماری، در احتمال این که، در صورت زنده بودن، در گروه فرزندان «غایب» قرار گیرد. در این رابطه، D مکمل رویداد D است و نشان دهنده احتمال تجمعی بقا فرزند تا زمان سرشماری است؛ $P[N|D \cap B(j)]$ احتمال غایب بودن کودک در زمان سرشماری است که معمولاً با K مشخص می‌گردد.



شکل ۴. ضریب k ، احتمال عدم حضور فرزندان در خانوار به تفکیک سن

Figure 4. Age-specific correction factor k and probability of missing children in the household

منبع: داده‌های دو درصد سرشماری (محاسبات نویسنده).

غیرحساس است. بنابراین، همان گونه که انتظار می‌رود، نسبت پیشرفت موالید محاسبه شده با و بدون این تعدیل، در اغلب موارد یکسان بوده و در بدترین حالت کمتر از یک درصد با هم تفاوت دارند. از همین رو، انتظار می‌رود این تعدیل برای یتیمان در سایر کاربردها نیز تأثیر ناچیزی داشته باشد (Luther & Cho, 1988).

حال با استفاده از احتمالات شرطی $(P[B(j) \cap N])$ که فرزند زنده با سن z سال کامل، در زمان سرشماری یا پیمایش، در گروه فرزندان غایب قرار گیرد تعیین می‌گردد. نکته مهم در اینجا این است که

بر اساس پیش نیازهای این روش، کودکان یتیم باید از صورت و مخرج این نسبت حذف شوند زیرا؛ آنان در تعداد گزارش شده‌ی فرزندان زنده به دنیا وارد نمی‌شوند. این تعدیل تنها زمانی امکان پذیر است که تعداد یتیمان به تفکیک سن مشخص باشد. با انجام این کار، با افزایش سن، تعداد یتیمان و کودکان «غایب» نیز افزایش می‌یابد و این تعدیل عملاً همه‌ی احتمالات با یک ضریب مشترک کاهش می‌دهد. این کار طبیعتاً هیچ تغییری در نتایج ایجاد نمی‌کند. علاوه بر این، این روش نسبت به تغییرات احتمالی در این مقادیر

داده‌های باروری نسلی، توسط نگارندگان و با استفاده از روش فرزندان از داده‌های دو درصد سرشماری ۱۳۷۰، ۱۳۸۵، ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵ ایران محاسبه شده است. جداول بقای مورد استفاده نیز از مطالعه **عینی‌زیناب و همکاران (۱۳۹۳)** اخذ شده است.

اعتبارسنجی روش بازسازی تاریخچه موالید از طریق مقایسه با روش فرزندان خود

اگرچه دقت روش بازسازی تاریخچه موالید در برآورد سن فرزندان غایب یا فوت‌شده برای هر زن به صورت جداگانه ممکن است چندان بالا نباشد، اما زمانی که شاخص‌های باروری در سطح کل جمعیت یا به طبقه‌بندی‌های هر یک از متغیرها محاسبه می‌شوند، این دقت به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد. ارزیابی‌های صورت گرفته بر روی داده‌های DHS فیلیپین نشان می‌دهد که شاخص‌های باروری محاسبه شده از روش بازسازی داده‌های مربوط به فرزندان زنان واقع در سن باروری، خیلی نزدیک به شاخص‌هایی هستند که از اطلاعات تهیه شده از خود زنان محاسبه شده‌اند (Retherford et al., 2010).

در این مطالعه، برای بررسی میزان صحت و اعتبار داده‌های حاصل از روش بازسازی تاریخچه موالید، داده‌های حاصل از بازسازی نمونه دو درصد سرشماری ۱۳۹۵، با نتایج به‌دست آمده از روش فرزندان خود بر مبنای سرشماری ۱۳۹۵ مقایسه گردید. این مقایسه در سه سطح «کل کشور»، «نواحی روستایی» و «نواحی شهری» انجام شد تا علاوه بر بررسی انطباق کلی، میزان پایداری و حساسیت روش در زیرگروه‌های جمعیتی با ساختارهای باروری متفاوت نیز مورد ارزیابی قرار گیرد (جدول ۴).

به‌منظور قابل مقایسه بودن داده‌های تاریخچه موالید زنان با روش فرزندان خود از روش بازسازی روندهای باروری^۱ با استفاده از داده‌های تاریخچه موالید استفاده گردید. بدین‌منظور داده‌ها در قالب فرد-دوره بازسازی می‌شوند تا امکان تعریف متغیرهای وابسته به زمان فراهم شود. بدین‌منظور، هر مشاهده (زن) به چندین مشاهده خردتر تبدیل می‌گردد، به‌گونه‌ای که در هر مقطع زمانی که یکی از متغیرهای تبیینی تغییر می‌کند (مانند ورود به گروه سنی جدید یا تغییر سال تقویمی)، یک رکورد جدید ایجاد می‌گردد. در نتیجه، برای هر زن، داده‌ها به صورت مجموعه‌ای از دوره‌های سالانه سازمان‌دهی می‌شوند. در این ساختار، سال‌های تقویمی و گروه‌های سنی به‌عنوان متغیرهای تبیینی در مدل رگرسیون پواسون وارد می‌شوند. فرض اصلی این است که توزیع سنی باروری ثابت باقی می‌ماند، درحالی‌که تغییرات سطح باروری در طول زمان از طریق ضرایب سال‌ها برآورد می‌شود. نرخ باروری برای سال مرجع ابتدا بر اساس ضرایب گروه‌های سنی محاسبه می‌شود. سپس برای سال‌های دیگر، مقدار مرجع در ضریب نمای

احتمال بچه‌دار شدن در سنینی که قبلاً مادر، بچه‌ای در آن سن داشته یا فرزند فوت‌شده‌ای به او تخصیص داده شده، صفر خواهد بود. بعد از هر بار تخصیص فرزند به مادر، این چرخه تکرار می‌شود. این کار تا زمانی که تعداد فرزندان یک زن به تعداد کل فرزندان زنده به دنیا آورده برسد، تکرار می‌شود. این روش درنهایت، تاریخچه موالید را برای سال‌های قبل از سرشماری ارائه می‌کند.

مرحله نهایی بازسازی تاریخچه موالید، شامل چهار مرحله کلیدی می‌باشد. ابتدا، تمامی کودکان حاضر در خانوار، فوت‌شده و غایب، در یک دیتاست کامل و یکپارچه جمع‌آوری می‌شوند. سپس، ترتیب موالید فرزندان بر اساس سن آنها مشخص می‌گردد. این ترتیب موالید برای محاسبه نسبت پیشرفت موالید، فاصله بین موالید و استفاده از تحلیل بقا برای تحلیل باروری اهمیت دارد. به هر مادر به یک ردیف اختصاص داده می‌شود که در آن سن و جنسیت فرزندان به صورت ستون‌های جداگانه به ترتیب سن فرزندان نمایش داده می‌شوند. درنهایت، دیتاست نهایی، شامل اطلاعات کامل فرزندان زنده، فوت‌شده و اختصاص داده شده به مادران، به همراه ویژگی‌های فردی و خانواری آنها است. این مرحله، بازسازی تاریخچه تولد را به صورت عملی و دقیق تکمیل می‌کند و امکان تحلیل‌های آماری پیشرفته را فراهم می‌سازد.

داده‌ها

داده مورد استفاده در این مطالعه عبارت است از نمونه دو درصد داده‌های خام سرشماری سال ۱۳۹۵، که توسط مرکز آمار ایران جمع‌آوری گردیده است. در این مطالعه، اطلاعات برگرفته از پرسشنامه فردی مورد استفاده قرار خواهند گرفت. به‌منظور استفاده از روش بازسازی تاریخچه موالید از اطلاعات اقتصادی، اجتماعی و جمعیتی مربوط به زنان ۱۵-۶۴ ساله اطلاعات مربوط به سال تولد مادر، بستگی با سرپرست خانوار، تعداد کل زنان فرزندان، تعداد کل فرزندان درحال‌حاضر زنده مورد نیاز است. این اطلاعات در داده‌های ۱۳۹۵ موجود می‌باشند. در داده‌های دو درصد سرشماری ۱۳۹۵ اطلاعات مربوط به سال نخست ازدواج نخست در دسترس نیست، این موضوع تأثیری در فرایند بازسازی تاریخچه موالید ندارد، اما در تحلیل‌های بعدی شاخص‌های مربوط به ازدواج نمی‌توانند مورد مطالعه قرار گیرند. هرچند که اطلاعات مربوط به فرزندان (سال تولد و یا سن در هنگام سرشماری) برای زنان واقع در سن باروری، در سرشماری سال ۱۳۹۵، جمع‌آوری نگردیده‌اند ولی در صورت استفاده از اطلاعات مربوط به تمام اعضای خانوار، می‌توان با مرتبط ساختن فرزندان با مادران (با استفاده از متغیرهای نظیر رابطه با سرپرست خانوار، تعداد فرزندان زنده به‌دنیا آمده، و تعداد فرزندان درحال‌حاضر زنده) لیست کاملی از اطلاعات فرزندان برای هر یک از زنان ۱۵-۶۴ ساله تهیه کرد.

¹ Reconstructing Fertility Trends

جزئیات فنی آن، به مقاله Schoumaker & Hayford, (2004) مراجعه شود.

مربوط به هر سال ضرب می‌گردد. بدین ترتیب، نسبت تغییرات باروری در هر سال نسبت به سال مرجع قابل استخراج است و روندهای سالانه باروری بازسازی می‌شوند.^۱ برای اطلاعات بیشتر درباره این روش و

جدول ۱. مقایسه روندهای باروری به دست آمده از بازسازی تاریخچه مولید و روش فرزندان خود

Table 1. Comparison of fertility trends derived from birth history reconstruction and the own-children method

سال	کل		روستایی		شهری	
	بازسازی	فرزندان خود	بازسازی	فرزندان خود	بازسازی	فرزندان خود
۱۳۸۱	۱/۹۲	۱/۸۴	۲/۳۷	۲/۴۲	۱/۷۸	۱/۸۲
۱۳۸۲	۱/۹۰	۱/۸۳	۲/۳۵	۲/۴۰	۱/۷۶	۱/۸۰
۱۳۸۳	۱/۸۳	۱/۷۹	۲/۲۶	۲/۳۱	۱/۷۰	۱/۷۴
۱۳۸۴	۱/۸۵	۱/۸۱	۲/۲۸	۲/۳۲	۱/۷۲	۱/۷۶
۱۳۸۵	۱/۸۶	۱/۸۴	۲/۳۱	۲/۳۰	۱/۷۳	۱/۷۳
۱۳۸۶	۱/۸۲	۱/۸۱	۲/۲۵	۲/۲۵	۱/۶۹	۱/۶۹
۱۳۸۷	۱/۸۴	۱/۸۲	۲/۲۷	۲/۲۷	۱/۷۱	۱/۷۰
۱۳۸۸	۱/۸۷	۱/۸۷	۲/۳۱	۲/۳۱	۱/۷۴	۱/۷۳
۱۳۸۹	۱/۸۵	۱/۸۴	۲/۲۸	۲/۲۸	۱/۷۱	۱/۷۱
۱۳۹۰	۱/۸۳	۱/۸۴	۲/۲۷	۲/۲۶	۱/۷۰	۱/۶۹
۱۳۹۱	۱/۸۹	۱/۹۰	۲/۳۳	۲/۳۳	۱/۷۵	۱/۷۴
۱۳۹۲	۱/۹۳	۱/۹۳	۲/۳۸	۲/۳۷	۱/۷۸	۱/۷۸
۱۳۹۳	۲/۰۱	۲/۰۴	۲/۴۸	۲/۴۷	۱/۸۶	۱/۸۵
۱۳۹۴	۲/۰۷	۲/۱۰	۲/۵۵	۲/۵۴	۱/۹۱	۱/۹۱
۱۳۹۵	۱/۹۵	۱/۹۵	۲/۴۰	۲/۳۹	۱/۸۰	۱/۷۹
RMSE	۰/۰۳۴		۰/۰۲۵		۰/۰۲۲	
MAE	۰/۰۲۵		۰/۰۱۸		۰/۰۱۵	
MAPE	۱/۳۳		۱/۱۰		۰/۹۰	
r	۰/۹۵		۰/۹۷		۰/۹۸	

منبع: داده‌های دو درصد سرشماری (محاسبات نویسندگان).

و کیفیت بهتر داده‌های نسبت خانوادگی، همگرایی اندکی بالاتر از مناطق روستایی مشاهده می‌شود. در مجموع، مقادیر اندک خطا و همبستگی قوی، اعتبار روش بازسازی را برای تحلیل شاخص‌های کلان باروری تأیید می‌کند.

در جدول ۱، دو ویژگی مهم در رابطه با شاخص‌های استخراج شده برجسته است: نخست، همگرایی سطح باروری میان دو روش در طول دوره، دوم، بازسازی دقیق الگوی زمانی تغییرات باروری. هر دو روش تغییرات باروری از سطح نسبتاً پایین اوایل دهه ۸۰، افزایش تدریجی در اوایل دهه ۹۰، اوج‌گیری حول سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۹۴ و کاهش مجدد تا سال ۱۳۹۵ را بازتاب می‌دهند. این مشابَهت، بیانگر آن است که بازسازی تاریخچه مولید توانسته است شرایط واقعی باروری زنان ایرانی را در دو دهه گذشته بازآفرینی کند.

مقایسه در سطح روستایی و شهری، که از نظر ساختار سنی مادران، الگوی تشکیل خانواده و میزان بقا و مهاجرت با یکدیگر متفاوت هستند، نشان‌دهنده عملکرد قابل‌قبول روش بازسازی تاریخچه مولید در زیرگروه‌های جمعیتی است. در نواحی شهری، همگرایی دو روش در

نتایج مقایسه کمی روش بازسازی تاریخچه مولید با روش فرزندان خود در جدول (شماره ۱) گزارش شده است. بر اساس این نتایج، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) برای کل کشور ۰/۰۳۴، برای مناطق شهری ۰/۰۲۲ و برای مناطق روستایی ۰/۰۲۵ به دست آمده است که نشان‌دهنده پراکندگی اندک اختلاف‌ها در طول دوره ۱۳۸۱-۱۳۹۵ است. میانگین قدر مطلق خطا (MAE) نیز در کل کشور ۰/۰۲۵ (یعنی به طور میانگین در هر سال، اختلاف دو روش حدود ۰/۰۲۵ فرزند به ازای هر زن است) و در مناطق شهری و روستایی به ترتیب ۰/۰۱۵ و ۰/۰۱۸ محاسبه شده است. میانگین درصد خطای مطلق (MAPE) در کل کشور تنها ۱/۳۳ درصد و در مناطق شهری ۰/۹۰ درصد و در مناطق روستایی ۱/۱۰ درصد است که حاکی از همسانی دو روش می‌باشد. افزون بر این، ضریب همبستگی پیرسون بین برآوردهای دو روش برای کل کشور ۰/۹۵، برای مناطق شهری ۰/۹۸ و برای مناطق روستایی ۰/۹۷ است (تمامی مقادیر در سطح ۰/۰۱ معنادارند). این یافته‌ها نشان می‌دهد که روش بازسازی تاریخچه مولید از پایایی آماری خوبی برخوردار است و در مناطق شهری به دلیل ساختار ساده خانوار

^۱ کدهای مربوط به پیاده‌سازی این روش در نرم‌افزار R توسط نویسندگان مقاله تهیه شده است.

ناشی از عوامل مختلفی باشد، اما با توجه به ماهیت داده‌های سرشماری، امکان بررسی مستقیم علت این تفاوت در چارچوب پژوهش حاضر وجود ندارد. یکی از تبیین‌های احتمالی می‌تواند به دشواری‌های شناسایی مادر زیستی در برخی ساختارهای خانوادگی گسترده یا پیچیده مرتبط باشد. با افزایش سن مادر، نسبت فرزندان زنده و حاضر در خانوار کاهش می‌یابد و نسبت فرزندان غایب افزایش می‌یابد.

یکی از راه‌های ارزیابی کیفیت بازسازی تاریخچه مولید، بررسی الگوی انتقال مولید در دو چارچوب دوره‌ای و نسلی است. تحلیل انتقال مولید، امکان بررسی الگوی منطقی و مورد انتظار در ساختار جمعیت را ممکن می‌سازد. در واقع، تطابق ساختار انتقال‌های مولید در دو سطح دوره‌ای و نسلی، می‌تواند به‌عنوان یک شاخص برای اطمینان از اعتبار روش بازسازی تاریخچه مولید به‌کار گرفته شود.

در این مطالعه، برای اعتبارسنجی نتایج بازسازی تاریخچه باروری، انتقال مولید از صفر به یک، از یک به دو و به‌همین ترتیب تا انتقال‌های بالا (چهاردهم به بالا) استخراج و در دو رویکرد دوره‌ای و نسلی مقایسه شده‌اند. تکیه بر دو رویکرد موازی، امکان می‌دهد تا هم رفتار باروری در نقطه زمانی مشخص (دوره‌ای) و هم رفتار نهادی‌شده در طول عمر گروه‌های نسلی ارزیابی شود. انتظار آن است که در داده‌های باکیفیت، الگوی انتقال‌ها هم در سطح دوره‌ای و هم در سطح نسلی، روندی نزولی از انتقال‌های اولیه به سمت انتقال‌های بالاتر را نشان دهد و درعین‌حال، نسبت انتقال‌ها میان دو رویکرد، سازگاری ساختاری داشته باشد.

برآورد شاخص‌های باروری مشاهده می‌شود. این موضوع نشان دهنده آن است که بازسازی تاریخچه مولید قادر است الگوهای باروری را در محیط‌های شهری با دقت مطلوبی بازسازی کند.

یافته‌ها

در این بخش، نتایج حاصل از بازسازی تاریخچه مولید و تحلیل الگوهای فرزندآوری بر اساس داده‌های سرشماری ۱۳۹۵ ارائه می‌شود. ابتدا، تمرکز اصلی بر بررسی نحوه توزیع فرزندان برحسب سن مادر و تفکیک آن‌ها بر اساس وضعیت حضور در خانوار یا بقای آنان است؛ امری که زیربنای فرآیند بازسازی تاریخچه مولید را تشکیل می‌دهد و ارزیابی اولیه‌ای از کیفیت داده‌ها و الگوی مشاهده‌شده باروری فراهم می‌سازد.

توزیع فرزندان بر حسب سن مادر، به‌گونه‌ای تنظیم شده است که سه گروه متمایز از فرزندان را شامل شود: فرزندان زنده و ساکن در خانوار، فرزندان فوت‌شده و فرزندان غایب که در زمان سرشماری در خانوار سکونت نداشته‌اند. نتایج مربوط به این توزیع، بر اساس گروه سنی مادر، در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد مادران جوان‌تر (۱۵-۳۴ سال) با احتمال بیشتری در کنار فرزندان خود زندگی می‌کنند. به‌عنوان مثال، در میان کودکانی که مادرانشان ۲۵ تا ۲۹ سال دارند، ۹۵/۹ درصد زنده و در کنار مادران خود زندگی می‌کنند یک درصد فوت شده‌اند و ۳/۱ درصد از کودکان در زمان سرشماری در کنار مادر خود زندگی نمی‌کنند.

در گروه سنی ۱۵ تا ۱۹ سال، سهم فرزندان غایب (۷/۸ درصد) نسبتاً بالاتر از سایر گروه‌های سنی جوان است. اگرچه این الگو می‌تواند

جدول ۲. توزیع کل فرزندان بر اساس سن مادر (فرزندان زنده و ساکن در خانوار، فرزندان فوت‌شده و فرزندان غایب)

Table 2. Distribution of total children by mother's age, including surviving children residing in the household, deceased children, and children absent from the household

گروه سنی	فرزندان حاضر		فرزند فوت‌شده		غایب		مجموع	
	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد
۱۵-۱۹	۹۰/۶	۱۶۲,۷۳۴	۰/۸	۱,۳۵۷	۸/۷	۱۵,۵۷۶	۱۰۰	۱۷۹,۰۶۸
۲۰-۲۴	۹۵/۲	۱,۲۳۳,۲۷۲	۰/۹	۱۱,۱۲۶	۳/۹	۵۰,۷۵۶	۱۰۰	۱,۲۹۵,۱۵۵
۲۵-۲۹	۹۵/۹	۳,۳۹۵,۵۷۴	۱/۰	۳۵,۶۴۵	۳/۱	۱۱۰,۴۱۷	۱۰۰	۳,۵۴۱,۶۳۸
۳۰-۳۴	۹۵/۲	۵,۴۹۴,۷۲۲	۱/۲	۶۹,۹۴۲	۳/۶	۲۰۸,۴۲۲	۱۰۰	۵,۷۷۳,۰۸۷
۳۵-۳۹	۹۰/۸	۵,۸۶۱,۱۳۸	۱/۶	۱۰۲,۱۴۲	۷/۶	۴۹۱,۵۰۶	۱۰۰	۶,۴۵۴,۷۸۷
۴۰-۴۴	۷۸/۳	۵,۰۰۱,۱۰۹	۲/۳	۱۴۳,۷۳۱	۱۹/۴	۱,۲۴۱,۶۲۹	۱۰۰	۶,۳۸۶,۴۷۱
۴۵-۴۹	۵۸/۵	۳,۹۸۴,۵۴۴	۳/۳	۲۲۷,۶۶۶	۳۸/۲	۲,۶۰۰,۷۳۴	۱۰۰	۶,۸۱۲,۹۴۵
۵۰-۵۴	۳۹/۹	۲,۷۹۲,۷۱۶	۴/۳	۳۰۰,۶۷۷	۵۵/۸	۳,۹۰۱,۴۵۹	۱۰۰	۶,۹۹۴,۸۵۳
۵۵-۵۹	۲۷/۵	۲,۰۲۹,۲۳۲	۵/۶	۴۱,۰۰۱	۶۷/۰	۴,۹۴۴,۰۵۴	۱۰۰	۷,۳۸۳,۳۰۳
۶۰-۶۴	۱۹/۶	۱,۳۲۴,۲۱۵	۶/۹	۴۶۴,۵۶۲	۷۳/۵	۴,۹۵۱,۴۵۸	۱۰۰	۶,۷۴۰,۲۳۷

منبع: داده‌های دو درصد سرشماری.

باروری هستند. نخست آنکه، تعداد انتقال‌ها از سطح فرزند صفر و یک به سمت فرزند دو و سه روندی نسبتاً یکنواخت دارد. این الگو با ساختار

الگوی ارائه‌شده در جدول ۳، نشان می‌دهد که داده‌های بازسازی‌شده دارای ساختاری منطقی، قابل انتظار و همساز با الگوهای

انتقال ۲→۱ (۰/۷۵) نیز نشان می‌دهد که نزدیک به سه‌چهارم مادران دارای یک فرزند، نهایتاً فرزند دوم را به دنیا می‌آورند. میانگین فاصله بین موالید بسته نیز الگوی مشابهی را تأیید می‌کند. میانگین فاصله میان تولد اول و دوم (۴/۷۸) سال و همچنین فاصله‌های ۲→۳ و ۴→۳ (حدود ۴/۴ و ۴/۹ سال) نشان می‌دهد که تأخیر در فرزندآوری یکی از عوامل مهم کاهش باروری دوره‌ای است.

جدول ۴. برآوردهای دوره‌ای و نسلی نسبت پیشرفت موالید، میانگین فاصله بین موالید و میزان باروری کل

Table 4. Period and cohort estimate of parity progression ratios, mean birth intervals, and total fertility rates

دوره انتقالی		تحلیل مقطعی	تحلیل نسلی
		۱۳۹۱-۹۵	۴۵-۴۹
تولد به فرزند اول	(PB)PPR	۰/۸۱	۰/۹۱
میانگین		۲۴/۷	۲۱/۰
فرزند اول به دوم	(PB)PPR	۰/۷۵	۰/۸۵
میانگین		۴/۸	۴/۰
فرزند دوم به سوم	(PB)PPR	۰/۴۲	۴/۰
میانگین		۴/۹	۰/۵۹
فرزند سوم به چهارم	(PB)PPR	۰/۳۶	۰/۵۱
میانگین		۴/۴	۳/۸
فرزند چهارم و پنجم	(PB)PPR	۰/۳۸	۰/۴۸
میانگین		۳/۹	۳/۷
فرزند پنجم به ششم	(PB)PPR	۰/۴۴	۰/۴۷
میانگین		۳/۷	۳/۶
فرزند ششم به هفتم	(PB)PPR	۰/۴۶	۰/۴۵
میانگین		۳/۵	۳/۵
فرزند هفتم به هشتم	(PB)PPR	۰/۴۸	۰/۴۹
میانگین		۳/۳	۳/۳
فرزند هشتم به نهم	(PB)PPR	۰/۴۳	۰/۴۷
میانگین		۳/۰	۳/۳
میزان باروری کل		۱/۸۴	۲/۵۶

منبع: داده‌های دو درصد سرشماری (محاسبات نویسندگان).

در سطح هر یک از انتقال‌های باروری، به دلیل نبود داده‌های مستقل و قابل اتکا، امکان ارزیابی مستقیم میزان صحت برآوردهای حاصل از بازسازی وجود ندارد. باین‌حال، تجمیع احتمالات انتقال‌های رتبه‌ای و تبدیل آن‌ها به شاخص میزان باروری کل، امکان ارزیابی کلی سازگاری و اعتبار نتایج بازسازی‌شده را فراهم می‌سازد. از آنجا که TFR حاصل، بازتابی از مجموع الگوهای انتقال در طول فرایند فرزندآوری است، می‌تواند به‌عنوان یک شاخص ترکیبی برای سنجش میزان همخوانی نتایج روش بازسازی تاریخیچه موالید با الگوهای مشاهده‌شده باروری مورد استفاده قرار گیرد. شاخص TFR دوره‌ای حاصل از مدل (۱/۸۴) تقریباً همان سطحی را نشان می‌دهد که

باروری ایران و ویژگی‌های دوره گذار باروری - که طی آن اکثریت زنان دست‌کم یک یا دو فرزند به دنیا می‌آورند- همخوانی دارد.

دوم آنکه، کاهش تدریجی و منظم تعداد انتقال‌ها از مرتبه‌های پایین به مرتبه‌های بالاتر نشان‌دهنده نبود خطای سیستماتیک در بازسازی داده‌ها است. روند نزولی انتقال، یکی از نشانه‌های کیفیت مناسب داده‌های بازسازی‌شده است، زیرا خطاهای انتساب مادر، عدم شناسایی موالید خارج از خانوار یا خطاهای ساختاری معمولاً منجر به ایجاد ناهنجاری آماری در انتقال‌های موالید با رتبه بالا می‌شود (برای مثال، افزایش غیرطبیعی انتقال‌های ۴→۳ یا ۵→۴). اما در نتایج حاضر، روند نزولی در هر دو سطح دوره‌ای و نسلی پایدار و یکنواخت است. همچنین، تفاوت میان مقادیر انتقال‌ها در دو رویکرد دوره‌ای و نسلی نیز کاملاً قابل انتظار است.

جدول ۳. تعداد موالید بر اساس هر رتبه از موالید به صورت دوره‌ای و نسلی

Table 3. Number of births by birth order, period, and cohort

انتقال موالید	دوره‌ای	نسلی
بدون فرزند	۸۵۱۴۴۹۰	۲۰۶۸۹۸
تولد به فرزند اول	۴۴۷۱۹۰۱	۱۸۲۵۰۱
فرزند اول به دوم	۵۴۴۱۰۲۸	۶۸۴۴۷۱
فرزند دوم به سوم	۲۳۸۴۹۵۷	۵۹۲۰۲۱
فرزند سوم به چهارم	۹۲۱۳۰۸	۳۴۷۷۱۷
فرزند چهارم و پنجم	۳۹۵۵۸۶	۱۸۴۴۶۷
فرزند پنجم به ششم	۱۸۰۲۸۵	۹۲۳۰۹
فرزند ششم به هفتم	۸۱۲۶۳	۴۰۳۳۴
فرزند هفتم به هشتم	۳۹۱۵۹	۲۰۷۶۱
فرزند هشتم به نهم	۱۷۱۵۴	۹۵۳۰
فرزند نهم به دهم	۸۶۲۵	۴۶۶۸
فرزند دهم به یازدهم	۳۴۸۲	۱۸۳۵
فرزند یازدهم به دوازدهم	۲۱۸۶	۱۰۸۹
فرزند دوازدهم به سیزدهم	۳۵۰	۱۵۱
فرزند سیزدهم به چهاردهم	۱۵۰	۱۰۱
چهارده به بالا	۱۹۸	۱۵۱

منبع: داده‌های دو درصد سرشماری (محاسبات نویسندگان).

تمرکز بر پارامترهای کلیدی مانند نسبت پیشرفت موالید^۱ و میانگین فاصله بین موالید^۲ نشان می‌دهد که آیا داده‌های بازسازی‌شده قادرند الگوی واقعی فرزندآوری را با دقت کافی بازتاب دهند یا خیر. برآوردهای دوره‌ای حاصل از داده‌های بازسازی‌شده سال ۱۳۹۵، تصویرروشنی از کاهش باروری در ایران ارائه می‌کند. همان‌گونه که در جدول ۴ قابل مشاهده است، نسبت انتقال به فرزند اول (۰/۸۱) نشان می‌دهد که ورود به فرزندآوری همچنان رایج است و حدود ۸۱ درصد زنان تا سن ۲۵ سالگی تولد نخست را تجربه می‌کنند.

¹ Parity Progression Ratios – PPR

² Closed Birth Interval – CBI

مسن تر بیشتر در معرض خطاهای فراموشی و سوگیری ناشی از مرگ فرزندان قرار دارد.

مقایسه نتایج بازسازی شده با روش فرزندان خود (OCM) نشان داد که این دو روش در سطح کلان، سازگاری بالایی دارند. به گونه‌ای که میزان باروری کل برآورد شده با روش بازسازی (۱/۹۵) دقیقاً برابر با مقدار حاصل از روش فرزندان خود است. شاخص میزان باروری کل با برآوردهای ثبت احوال، آمارهای ثبتی مرکز آمار، مطالعات پژوهشی معتبر همخوانی دارد. در مقایسه با سایر منابع، میزان باروری کل روش بازسازی ۰/۰۳ واحد کمتر از داده‌های سرشماری (۱/۹۸)، ۰/۰۸ واحد کمتر از داده‌های ثبت احوال (۲/۰۳) و ۰/۱۱ واحد بیشتر از روش نسبت پیشرفت مولید (۱/۸۴) می‌باشد. مقدار کمتر روش نسبت پیشرفت مولید در مقایسه با سایر روش‌ها به ماهیت محاسباتی آن بازمی‌گردد: در روش نسبت پیشرفت مولید، مولید بعد از یک بازه زمانی مشخص (معمولاً ۱۰ سال) از دوره مشاهده خارج شده و به عنوان سانسور شده در نظر گرفته می‌شوند. با توجه به این که اختلاف روش بازسازی با داده‌های سرشماری و ثبت احوال به ترتیب ۱/۵ درصد و ۳/۹ درصد است و در محدوده خطای استاندارد روش‌های غیرمستقیم برآورد باروری (۵-۲/۵ درصد) قرار دارد، می‌توان گفت که همسویی سطح و روند باروری حاصل از داده‌های بازسازی شده با منابع مختلف، این فرضیه را تقویت می‌کند که روش بازسازی تاریخچه مولید قادر است تغییرات واقعی باروری ایران را بازتاب دهد و از نظر علمی می‌تواند به عنوان یکی از منابع داده‌ای در تحلیل تغییرات باروری مورد استفاده قرار گیرد.

با وجود این همگرایی، باید تأکید کرد که روش بازسازی تاریخچه مولید نسبت به روش فرزندان خود مزیت‌های تحلیلی مهمی دارد. روش فرزندان خود، عمدتاً برای استخراج سطح باروری در بازه‌ای حدود ۱۵ سال پیش از سرشماری کاربرد دارد و امکان تحلیل زمان‌بندی مولید و رفتارهای آغاز، توقف و فاصله‌گذاری بین مولید را فراهم نمی‌کند. همچنین، روش فرزندان خود به شدت متکی به کیفیت جداول بقا و توزیع سنی کودکان در خانوار است و ظرفیت بسیار محدودی در تحلیل‌های فردی دارد. اما روش بازسازی تاریخچه مولید به پژوهشگر این امکان را می‌دهد که نه تنها الگوهای سطح کلان باروری، بلکه رفتار باروری را در سطح فردی تحلیل نماید. این روش امکان استخراج دقیق فواصل بین مولید، نسبت‌های پیشرفت باروری را فراهم می‌سازد؛ شاخص‌هایی که فهم پویایی‌های رفتاری باروری و به‌ویژه تحلیل گذار باروری در ایران به آن‌ها نیازمند است.

علاوه بر برآورد شاخص‌های کلان باروری، داده‌های بازسازی شده از نظر ساختاری ظرفیت انجام تحلیل‌های تفصیلی‌تر در سطوح جغرافیایی و اجتماعی مختلف را نیز دارند. با این حال، بررسی این ابعاد

برآوردهای ثبت احوال و مطالعات پژوهشی برای سال‌های نزدیک به ۱۳۹۵ گزارش کرده‌اند (جدول ۵). نزدیک بودن TFR مدل به شاخص‌های سایر منابع، می‌تواند تأییدی بر کیفیت داده‌های بازسازی شده باشد.

جدول ۵. میزان باروری کل در سال ۱۳۹۵ بر مبنای روش‌های متفاوت

Table 5. Total fertility rate estimates for 2016 (1395) based on different estimation

۱/۹۸	داده‌های سرشماری*
۲/۰۳	داده‌های ثبت احوال*
۱/۸۴	روش نسبت پیشرفت مولید**
۱/۹۵	روش بازسازی روندهای باروری**
۱/۹۵	روش فرزندان خود**

منبع: *نادری بنی و همکاران (۱۴۰۰)، **محاسبه نویسندگان.

در نسل مورد تحلیل که زنان ۴۵-۴۹ ساله که باروری خود را به پایان رسانده‌اند، نسبت انتقال به فرزند اول بسیار بالا باقی‌مانده (۰/۹۱) که بازتاب دهنده الگوی پایدار ورود به فرزندآوری در نسل‌های گذشته است. همچنین نسبت گذار ۲→۱ برابر ۰/۸۵ نشان می‌دهد که حتی نسلی که در دوران کاهش باروری به سنین باروری رسیده‌اند، همچنان تمایل به داشتن دو فرزند داشته‌اند. اما مهم‌ترین نشانه سازگاری داده‌ها، کاهش منظم نسبت پیشرفت در فرزندهای بالاتر است. میانگین فاصله‌های نسلی نیز اطمینان می‌دهد که بازسازی تاریخچه مولید توانسته توالی و زمان‌بندی باروری را بازتاب دهد. فاصله تولد خود شخص، تا تولد اولین فرزند در نسل‌ها در حدود ۲۰ تا ۲۱ سال است این میزان برای مولید بعدی، ۳ تا ۴ سال برآورد شده است. TFR نسلی محاسبه شده (۲/۵۶)، با میزان باروری تجمعی محاسبه شده (۲/۵۱) توسط نادری بنی و همکاران (۱۴۰۰) مطابقت دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد که بازسازی تاریخچه مولید از داده‌های سرشماری می‌تواند روشی کارآمد، قابل اطمینان و مقرون به صرفه برای تحلیل الگوهای باروری در شرایط فقدان نظام ثبت دقیق وقایع حیاتی یا نبود پیمایش‌های باروری تلقی شود، زیرا درصد بالایی از کودکان در سرشماری با مادر خود در یک خانوار ثبت می‌شوند و سن آن‌ها به صورت ثبتی موجود است. بنابراین، عدم قطعیت عمده تنها به درصد کمی از کل مولید (شامل فرزندان فوت شده و غایب) محدود می‌شود که سن و زمان تولد آن‌ها به صورت احتمالی بازسازی می‌گردد. با این وجود، هر چه از سال سرشماری دورتر شویم، سهم کودکانی که نیاز به تخصیص احتمالی دارند بیشتر و در نتیجه عدم قطعیت نتایج بالاتر می‌رود. همچنین مقدار تعداد کل فرزندان و فرزندان در حال حاضر زنده که این روش به آنها وابسته است، در زنان

و پدیده چندهمسری ممکن است در شناسایی مادر زیستی اختلال ایجاد کرده و با خطای سیستماتیک همراه باشد. برای نمونه، در خانواده‌های سه‌نسله، فرزند یک مادر نوجوان گاهی به‌عنوان فرزند سرپرست خانوار پیوند داده می‌شود.

باوجود این محدودیت‌ها، نتایج پژوهش حاضر به‌روشنی نشان می‌دهد که بازسازی تاریخچه موالید بر پایه داده‌های سرشماری می‌تواند به‌عنوان راهکاری کارآمد و قابل اتکا برای جبران خلأ ناشی از عدم دسترسی به داده‌های طولی در ایران مورد استفاده قرار گیرد. نسخه به‌روزشده رویکرد لوتر و چو، با بهره‌گیری از توان محاسباتی به روز شده و الگوریتم‌های تخصیص احتمالاتی، شفافیت و کارایی بیشتری نسبت به نسخه اولیه دارد و قادر است داده‌هایی با اعتبار تولید نماید. این روش امکان تحلیل روندهای باروری و با کنترل سایر متغیرهای تبیینی را در بازه‌های زمانی مختلف فراهم می‌کند و می‌تواند مبنایی برای پایش تغییرات رفتار باروری در دوره‌های آتی باشد.

در جمع‌بندی می‌توان گفت که روش بازسازی تاریخچه موالید نه تنها از نظر تجربی معتبر است، بلکه در شناخت عمیق‌تر پویایی‌های باروری کشور نیز نقشی بنیادی ایفا می‌کند. همسویی سطح باروری بازسازی‌شده با منابع رسمی و پژوهشی، توانایی استخراج شاخص‌های خرد باروری، و امکان تحلیل در سطوح جغرافیایی و اجتماعی متعدد، نشان می‌دهد که این روش می‌تواند به یکی از منابع داده‌ای در حوزه مطالعات باروری تبدیل شود. توصیه می‌شود پژوهش‌های آینده با گسترش مدل‌های بیزین، شبیه‌سازی‌های مونت کارلو، دقت این روش را افزایش داده و آن را به الگویی استاندارد برای تحلیل باروری در دوره‌های میان سرشماری تبدیل کنند. این رویکرد به‌ویژه در شرایطی که سیاست‌گذاری جمعیتی در ایران نیازمند داده‌های دقیق و قابل اتکا است، می‌تواند در این زمینه نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا نماید.

سیاس‌گذاری

این مقاله برگرفته از رسالهٔ دورهٔ دکتری نویسندهٔ نخست با عنوان «روندها و عوامل تعیین‌کننده تغییرات باروری در ایران با تمرکز بر زمان و وقوع موالید با رویکرد بازسازی تاریخچه موالید» می‌باشد.

منابع

عینی‌زیناب، حسن؛ ساجدی، علی؛ رضائی، زهرا؛ نوراللهی، طه؛ زاهدیان، علیرضا؛ اردشیر خسروی، اردشیر؛ شمس قهفرخی، فریده (۱۳۹۳). مدل‌سازی و پیش‌بینی مرگومیر در ایران. *پژوهشکده/آمار*، ۱۳۷۴-۱۴۲۰. <https://hakim.tums.ac.ir>

نادری بنی، محسن؛ شریفی، منصور؛ کرد زنگنه، جعفر (۱۴۰۰). تحولات باروری در ایران بر مبنای نسبت توالی زنده‌زایی. *نامه انجمن جمعیت شناسی ایران* ۹۵-۱۳۸۵، ۱۶(۳۱): ۱۳۳-۱۵۷. doi: 10.22034/jpai.2022.541705.1204

مؤسسه ملی تحقیقات سلامت جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۸). وضعیت نرخ باروری در ایران. گزارش جامع. تهران: مؤسسه ملی تحقیقات سلامت. <https://nih.tums.ac.ir>

در پژوهش حاضر انجام نشده است و نیازمند مطالعات مستقلی است که بتوانند ناهمگنی‌های منطقه‌ای و اجتماعی باروری را با استفاده از این داده‌ها بررسی کنند. با توجه به ساختار داده‌های بازسازی‌شده، این رویکرد می‌تواند در مطالعات آینده برای بررسی دقیق‌تر زمان‌بندی موالید، فواصل تولد، تفاوت‌های گروهی و منطقه‌ای باروری مورد استفاده قرار گیرد. چنین تحلیل‌هایی می‌تواند در شرایط محدودیت دسترسی به داده‌های طولی، اطلاعات ارزشمندی برای شناخت پویایی‌های باروری فراهم کند. این روش ظرفیت آن را دارد که در پژوهش‌های آینده در ترکیب با مدل‌های چندمتغیره و رویکردهای طولی، برای بررسی عوامل تعیین‌کننده تغییرات رفتار باروری در دوره‌های زمانی مختلف به‌کار گرفته شود.

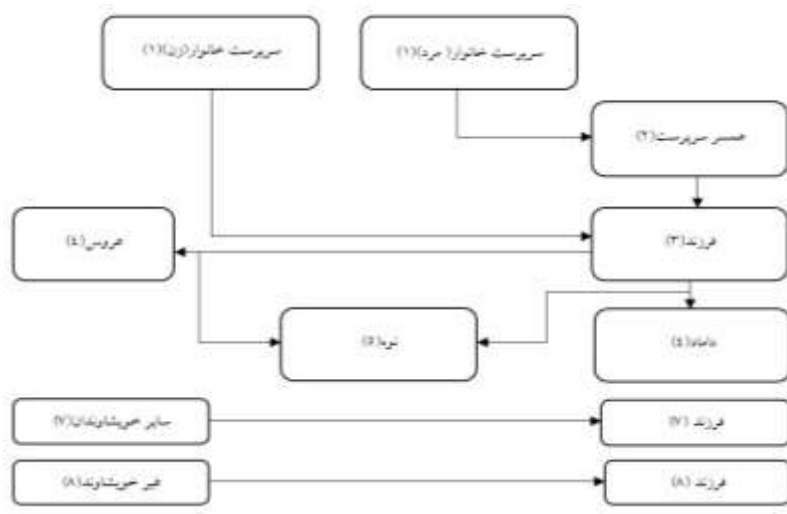
همچنین، یافته‌های این پژوهش در چارچوب ادبیات بین‌المللی بازسازی تاریخچه موالید نشان می‌دهد که استفاده از داده‌های سرشماری، همانند تجربه کشورهای مختلف، می‌تواند راهکاری مؤثر برای مطالعه روندهای باروری در جوامعی باشد که فاقد داده‌های طولی ثبت‌شده درباره تولدها هستند. مشابه نتایج مطالعات (Cho et al., 2021; Avery et al., 2013; Timæus et al., 1986)، بازسازی تاریخچه موالید در ایران امکان برآورد روندهای سالانه باروری و تحلیل تغییرات رتبه‌ای موالید را فراهم کرد. همچنین، استفاده از رویکرد نفر-سال و مدل‌های بقا مطابق با چارچوب (Schoumaker & Hayford, 2004)، امکان بررسی همزمان سطح و زمان‌بندی باروری را فراهم ساخت. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که الگوی کاهش باروری در ایران، اگرچه دارای ویژگی‌های خاص زمینه‌ای است، از الگوی عمومی مشاهده‌شده در بسیاری از کشورهای در حال توسعه پیروی می‌کند.

البته نتایج این پژوهش محدودیت‌هایی نیز دارد که باید مورد توجه قرار گیرند. نخست، داده‌های سرشماری وابسته به گزارش خوداظهاری خانوارها است و خطاهای گزارش‌دهی در تعداد کل فرزندان یا تعداد فرزندان زنده می‌تواند بر کیفیت بازسازی تأثیرگذار باشد. این امر به‌ویژه در مورد دو متغیر کلیدی «تعداد کل فرزندان (CEB) و تعداد فرزندان در حال حاضر زنده (CS) با خطاهای شناخته‌شده‌ای همراه است: کم‌شماری موالید در مادران نوجوان (به دلیل انگ اجتماعی بارداری در سنین پایین)، گرد کردن سن به اعداد ۰ و ۵ (که منجر به تخصیص نادرست گروه‌های سنی می‌شود) و عدم ثبت دقیق در زنان مطلقه یا بیوه که در منزل والدین سکونت دارند. این خطاها می‌تواند کیفیت بازسازی را به‌ویژه برای گروه‌های سنی حساس (زیر ۲۰ سال و بالای ۵۰ سال) تحت تأثیر قرار دهد. دوم، اطلاعات مربوط به مرگومیر کودکان و برآورد سن کودکان فوت‌شده و غایب بر اساس مدل‌های بقا انجام می‌شود؛ عاملی که با وجود دقت نسبی، همچنان با عدم قطعیت همراه است. سوم، روابط خویشاوندی پیچیده، هم‌خانگی‌های گسترده،

- children: comparisons with vital statistics data for the United States. *Demography*, 13(2): 235-249.
<https://doi.org/10.2307/2060803>
- Schoumaker, B., & Hayford, S.R. (2004). A person-period approach to analysing birth histories. *Population*, 59(5): 689-701.
<https://doi.org/10.2307/3654922>
- Timæus, I.M. (2021). The own-children method of fertility estimation. *Demographic Research*, 45: 825-840. Retrieved from
<https://www.jstor.org/stable/48640796>
- U.S. Bureau of the Census (1968). 1960 Census of Population Subject Reports: Final Report PC(2)-3B, Child-spacing. Washington, DC: U.S. Department of Commerce, Bureau of the Census.
- U.S. Bureau of the Census (1975). 1970 Census of Population Subject Reports: Final Report PC(2)-3B, Childspacing and Current Fertility. Washington, DC: U.S. Department of Commerce, Bureau of the Census.
- Abbasi-Shavazi, M.J. (1997). An assessment of the own-children method of estimating fertility by birth place in australia. *Journal of the Australian Population Association*, 14.
<https://doi.org/10.1007/BF03029338>
- Avery, C., St Clair, T., Levin, M., Hill, K. (2013). The 'own children' fertility estimation procedure: a reappraisal. *Population Studies*, 67(2): 171-183.
<https://doi.org/10.1080/00324728.2013.769616>
- Çagatay, P. (2006). A retrospective analysis of fertility decline in turkey: an application of own-children method to tdhs data sets. Hacettepe University Institute of Population Studies.
<http://epc2008.eaps.nl/papers/80507>
- Cho, L.J., & Bussen, R. (1980). Use of own-children data for reconstruction of maternity histories.
<https://www.jstor.org/stable/2174407>
- Cho, L.J., Retherford, R.D., Choe, M.K. (1986). The own-children method of fertility estimation. Honolulu: Population Institute, East-West Center. <https://researchonline.lshtm.ac.uk>
- Childs, G. (2004). Demographic analysis of small populations using the Own-Children Method. *Field Methods*, 16(4): 379-395.
<https://doi.org/10.1177/1525822X04269172>
- Grabill, W.R., & Cho, L.J. 1965. Methodology for the measurement of current fertility from population data on young children. *Demography* 2: 50-73. <https://doi.org/10.2307/2060106>
- Hacker, J.D. (2020). Reconstruction of birth histories using children ever born and children surviving data from the 1900 and 1910 u.s. censuses. *historical methods: A Journal of Quantitative and Interdisciplinary History*, 53(1): 28-52.
<https://doi.org/10.1080/01615440.2019.1664357>
- Luther, N.Y., & Cho, L.J. (1988). Reconstruction of birth histories from census and household survey data. *Population Studies*, 42(3): 451-472. <https://doi.org/10.1080/0032472031000143586>
- Miranda-Ribeiro, A., & Silva, V.C. (2005). Reconstruction of brazilian birth history based on the 2000 census: tempo, parity and quantum effects. Paper presented at the XXV International Population Conference, Tours, France. Retrieved from
<https://ipc2005.popconf.org/papers/52330>
- Moultrie, T.A., Dorrington, R.E., Hill, A.G., Hill, K., Timæus, I.M., Zaba, B. (2013). Tools for demographic estimation. *International Union for the Scientific Study of Population*.
- Reid, A., Jaadla, H., Garrett, E., Schürer, K. (2020). Adapting the own children method to allow comparison of fertility between populations with different marriage regimes. *Population Studies*, 74(2): 197-218.
<https://doi.org/10.1080/00324728.2019.1630563>
- Retherford, R.D., & Cho, L.J. (1978). Age-parity-specific birth rates and birth probabilities from census or survey data on own children. *Population Studies*, 32(3): 567-581.
<https://doi.org/10.1080/00324728.1978.10412816>
- Retherford, R.D., Ogawa, N., Matsukura, R., Eini-Zinab, H. (2010). Multivariate analysis of parity progression-based measures of the total fertility rate and its components. *Demography*, 47(1): 97-124. <https://doi.org/10.1353/dem.0.0087>
- Rindfuss, R.R. (1976). Annual fertility rates from census data on own

پیوست ۱

یکی از چالش‌های اساسی در بازسازی تاریخچه موالید با استفاده از داده‌های دو درصد سرشماری ۱۳۹۵، عدم ثبت کد مادر در ساختار خانوار است. برای حل این مسئله، از روش پیوند فرزندان به مادران بر اساس رابطه خویشاوندی استفاده می‌گردد^۱ (Miranda-Ribeiro & Silva 2005). در داده‌های سرشماری، «رابطه هر فرد با سرپرست خانوار» مشخص است (مثلاً همسر سرپرست، فرزند سرپرست، نوه، برادر، خواهر، سایر بستگان و غیره). در خانوار جدول ۱، فردی که کد رابطه‌ی او با سرپرست برابر با یک است، سرپرست خانوار است و ۴۸ سال دارد. فرد با کد شماره دو و جنسیت دو، همسر سرپرست بوده و ۳۹ سال سن دارد. دو عضو دیگر این خانوار دارای کد رابطه سه هستند که نشان می‌دهد آن‌ها فرزندان سرپرست خانوار هستند. همچنین، برای همسر سرپرست تعداد کل فرزندان برابر با چهار و تعداد فرزندان زنده برابر با سه ثبت شده است.



شکل ۵. نحوه پیوند دادن فرزندان حاضر در خانوار به مادران بالقوه

Figure 4. How to link children in the household to potential mothers

غیرواقعی جلوگیری می‌کند. درنهایت، از میان تمام پیوندهای ممکن برای هر کودک، تنها یک مادر با بیشترین درجه سازگاری (از نظر نسبت خانوادگی، اختلاف سنی و ظرفیت فرزندان گزارش‌شده) حفظ می‌شود و بقیه حذف می‌گردند. این روش امکان بازسازی ساختار موالید درون خانوار را بدون نیاز به ثبت صریح کد مادر در داده‌ها فراهم می‌سازد و نسبت به ساختار خانوار، گزارش‌های فردی و محدودیت‌های زیست‌شناختی سازگار است. همچنین، استفاده از شمار فرزندان گزارش‌شده توسط مادر در نقش «ظرفیت تخصیص» موجب کاهش خطا و افزایش اطمینان در انتساب مادران به فرزندان می‌شود. برای بررسی اینکه آیا روش لینک کردن فرزندان به مادران در نرم‌افزار R با خروجی نرم‌افزار Fert همخوانی دارد یا خیر، درصد لینک مادران به فرزندان را در دو نرم‌افزار مقایسه کردیم. میزان تطابق^۲ میان دو نرم‌افزار نشان‌دهنده همخوانی قابل قبول است (حدود ۹۷/۳ درصد). البته باید خاطر نشان کرد که این همخوانی به معنای بدون خطا بودن داده‌های ورودی نیست، بلکه صرفاً تأیید می‌کند که روش لینک کردن در R از پایایی لازم برای بازتولید نتایج مشابه با یک ابزار معتبر (Fert) برخوردار است.

در مرحله بعد، برای کودکانی که با کد «۵ = نوه» طبقه‌بندی شده بودند، مادر احتمالی آنان، از میان زنانی انتخاب شد که در همان خانوار با کد «۳ = فرزند» یا «۴ = عروس» ثبت شده بودند و گزارش فرزند زنده داشتند؛ زیرا در این ساختار، فرزند یا عروس به احتمال زیاد مادر بالقوه کد پنج (نوه) محسوب می‌شود. همچنین، در مواردی که کودک در خانوار به عنوان «سایر خویشاوندان» یا «غیرخویشاوند» شناخته شده بود، با زانی سایر خویشاوند و غیرخویشاوند در همان خانوار در صورت گزارش داشتن فرزند زنده، به عنوان مادران بالقوه، لینک شدند.

برای افزایش دقت، تنها زنانی که تعداد فرزندان زنده داشتند به عنوان مادر بالقوه پذیرفته شدند و سپس اختلاف سنی میان کودک و مادران بالقوه محاسبه گردید؛ جفت‌هایی که اختلاف سنی آن‌ها با محدوده‌های زیست‌شناختی متعارف (حداقل ۱۲ سال و حداکثر ۵۰ سال) همخوانی نداشتند، از فرآیند حذف شدند. همچنین، برای جلوگیری از تخصیص غیرواقعی در خانواده‌های با تعداد فرزندان زیاد، حداقل فاصله ۹ ماه بین دو تولد متوالی به عنوان یک محدودیت زیست‌شناختی اعمال گردید. همچنین، تعداد کودکان لینک شده به مادر، نباید از تعداد کودکان درحال حاضر زنده او فزونی یابد. این رویکرد از تخصیص بیش از حد یا تخصیص‌های

^۱ تأکید اصلی روش بر مادران است، نه صرفاً بر تطبیق تک تک فرزندان. اگر فرزندی با مادر خود زندگی کند، دقت تطبیق و بازسازی افزایش می‌یابد. اما اگر مادری با همه یا برخی از فرزندان خود در یک خانوار زندگی نکند، امکان تخصیص احتمالی فرزندان به مادر وجود دارد.

^۲ Match Rate