مجله علوم پزشکی رازی دوره ۲۶، شماره ۶، شهریور ۱۳۹۸ http://rjms.iums.ac.ir

مقاله پژوهشی

پیشگویی میزان موفقیت روش تلقیح اسپرم داخل سیتو پلاسم تخمک (ICSI) با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و لوژستیک رگرسیون

سیده فضه هاشمی کرویی: کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران، و مرکز تحقیقات باروری و ناباروری حضرت فاطمه الزهرا (س)، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران

پرویز عبدالمالکی: دانشیار، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران (*نویسنده مسئول) parviz@modares.ac.ir

سید غلامعلی جورسرایی: استاد، مرکز تحقیقات باروری و ناباروری حضرت فاطمه الزهرا (س)، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران

چکیده

زمینه و هدف: تزریق اسپرم به داخل تخمک (ICSI) در زوجین نابارور، تحولی شگرف در درمان این بیماران ایجاد نموده است. متأسفانه علی‌رغم هزینه بالای انجام ICSI، میزان موفقیت آن چشم‌گیر نبوده و شکست در ایجاد حاملگی، استرس سنگینی به آن‌ها تحمیل می‌کند. هدف از این تحقیق کوششی برای استخراج بهترین پارامترهای پیشگویی‌کننده در میزان موفقیت ICSI و ارتقای دقت، حساسیت و ویژگی پیشگویی به کمک مدل ریاضی لوژستیک رگرسیون و شبکه عصبی مصنوعی می‌باشد.

روش کار: اطلاعات لازم از پرونده ۳۴۵ بیمار تحت درمان ICSI و در قالب ۵۴ پارامتراسمی و عددی استخراج گردید. داده‌ها به صورت تصادفی به دو دسته تخمین و یا آموزش (n=۲۷۶) و اعتبارسنجی یا آزمون (n= ۶۹) تقسیم شدند. مدل‌های بکاربرده شده در این تحقیق باینری لوژستیک رگرسیون و شبکه عصبی با الگوی یادگیری لونبرگ مارکوارد بودند. نهایتاً مدل‌ها بوسیله شاخص‌هایی مانند دقت، حساسیت و ویژگی ارزیابی گردیدند.

یافته‌ها: بهترین خروجی بدست آمده با مدل باینری لوژستیک و با استفاده از ۵۴ متغیر ۹۷٪ دقت، ۸۶٪ حساسیت و ۹۴٪ ویژگی را بدست داد. بهترین خروجی برای شبکه عصبی با استفاده از الگوی آموزشی لونبرگ مارکوارد با مدل کاهش یافته شامل تعداد ۲۹ متغیر، دقت ۸۲٪، حساسیت ۹۲٪ و ویژگی ۷۶٪ بدست داد.

نتیجه‌گیری: مدل باینری لوژستیک رگرسیون دارای قدرت زیادی در پیشگویی میزان موفقیت تزریق داخل سیتوپلاسمی تخمک هنگامی که خروجی به صورت باینری است می‌باشد.

تعارض منافع: گزارش نشده است.

منبع حمایت کننده: حامی مالی نداشته است.

کلیدواژه‌ها

تزریق داخل سیتوپلاسمی تخمک،
لوژستیک رگرسیون،
شبکه عصبی مصنوعی

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۲/۰۷

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۵/۱۲

شیوه استناد به این مقاله:

Hashemi Karouei SF, Abdolmaleki P, Joorsaraei SG. Prediction the success rate of intracytoplasmic sperm injection (ICSI) using artificial neural networks and logistic regression. Razi J Med Sci. 2019;26(6):118-126.

*انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 3.0 صورت گرفته است.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1398.26.6.1.1]

Razi Journal of Medical Sciences.2019;26(6):118-126. http://rjms.iums.ac.ir

Original Article

Prediction the success rate of intracytoplasmic sperm injection (ICSI) using artificial neural networks and logistic regression

Seyedeh Fezeh Hashemi Karouei, MSc, Faculty of Science, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, & Fatemeh Zahra Infertility and Reproductive Health Research Center, Medical Science University of babol, Babol, Iran
Parviz Abdolmaleki, Associate Professor, Faculty of Bioscience, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran (*Corresponding author) parviz@modares.ac.ir
Seyed Gholamali Joorsaraei, Professor, Fatemeh Zahra Infertility and Reproductive Health Research Center, Medical Science University of Babol, Babol, Iran

Abstract

Background: Intra-cytoplasmic sperm injection (ICSI) in infertile couples has created a great improvement for treatment of these patients. Unfortunately, despite of high cost of doing ICSI the rate of success is not acceptable and failing pregnancy put a heavy anxiety to couples. This study is aimed to make an effort in order to extract the best predictors for predict the success rate of intra cytoplasmic sperm injection and promote accuracy, sensivity and specificity by the use of artificial neural network and logistic regression.
Methods: 345 patients received ICSI treatment and each of which constructed of 54 numerical and nominal records. This database was randomly divided into the estimation (n=276) and validation (n=69) data set. The models were used based on binary logistic regression (BLR) feature selection tools and Levenberg-Marquardth neural network classifier. Finally, models were evaluated using important criteria such as accuracy, sensitivity and specificity.
Results: The best output of the B LR model by using 54 variables revealed accuracy (97%), sensitivity (86%)and specificity (%94). The best output of the LMNN model using Reduced dataset consisted of n=29 with a feature vector side yielded the accuracy (82%) and sensitivity (%92) and specificity (%76).
Conclusion: Our result demonstrated that BLR model outperformed highlighting the great power of BLR in success rate of ICSI prediction while using binary output.

Conflicts of interest: None
Funding: None

Keywords
Intra cytoplasmic sperm injection,
Logistic regression,
Artificial neural network

Received: 27/04/2019
Accepted: 03/08/2019

Cite this article as:
Hashemi Karouei SF, Abdolmaleki P, Joorsaraei SG. Prediction the success rate of intracytoplasmic sperm injection (ICSI) using artificial neural networks and logistic regression. Razi J Med Sci. 2019;26(6):118-126.

*This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1398.26.6.1.1]

مقدمه

در سال‌های اخیرتزریق داخل سیتوپلاسمی اسپرم (ICSI) به ویژه برای درمان ناباروری با علت مردانه کاربرد زیادی یافته است (۴-۱). در روش ICSI میتوان از اسپرم‌هایی که با استفاده از انزال طبیعی یا بیوپسی بافت بیضه بازیابی شده اند، استفاده نمود (۱، ۵). تحقیقاتی که در مورد ICSI انجام پذیرفت، حاکی از آن است که این روش برای درمان ناباروری می تواند مؤثر واقع شود (۱). در دو دهه گذشته میزان ناباروری، به خصوص در مردان به شکل فزاینده ای گسترش یافته، ولی درمان زوجین نابارور علی رغم استفاده از روش‌های کمک باروری از جمله ICSI، چندان چشمگیر نبوده است. باید توجه داشت که هر دوره از درمان ناباروری علاوه براینکه هزینه های زیادی را در بر خواهد داشت، شکست در حاملگی نیز استرس زیادی را به زوجین نا بارور تحمیل می‌کند (۱،۶،۷). در بسیاری از تحقیقات، عوامل زیادی به عنوان فاکتور های پیشگویی کننده میزان موفقیت ICSI تعریف شده است. بعضی از گزارشات بر این امر تاکید دارند که تفاوت معنی داری در نتایج بدست آمده با استفاده از اسپرمهای بازیابی شده از جراحی با حالت انزال طبیعی وجود ندارد؛ اما بعضی از گزارشات بیانگر نرخ پایین باروری با استفاده از اسپرم بدست آمده از بیماران با آزوسپرمی انسدادی و غیر انسدادی است (۱،۶،۷). البته دستیابی به باروری می تواند ارتباط معنی داری با سن زن و تخمک های بدست آمده داشته باشد، لذا شکل دستیابی به اسپرم، سن و میزان FSH (hormone Follicle-stimulating) سرم مرد، ممکن است تاثیر زیادی در میزان موفقیت بیمارانی با نمای آزوسپرم انسدادی و غیر انسدادی نداشته باشد (۱،۶).

در سال‌های اخیر کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در علوم وسیعی مانند پزشکی، بیولوژی، مهندسی، رباتیک و تحلیل تقاضاهای اقتصادی و اجتماعی مشاهده شده است. شبکه عصبی مصنوعی می‌تواند به صورت موثر و با دقت زیاد جایگزین روشهای سنتی پیشگویی آماری شده و در پیشگویی میزان باروری بطور موفقیت آمیز به کار برده شود (۸-۱۲). مدل لوژستیک رگرسیون در زمانی استفاده می‌شود که متغیرهای وابسته دارای ۲ وجه بوده و متغیرهای مستقل بصورت پیوسته، رتبه بندی، قطعی یا هر سه شکل آن باشد. این تکنیک دارای قابلیت کافی برای جداسازی مجموعه های مختلف می باشد (۱۳). کاربرد شبکه عصبی و لوژستیک رگرسیون در بسیاری از مقالات گزارش گردیده است. بعضی از محققین با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و داده هایی مانند سن، تعداد تخمکهای بدست آمده، تعداد جنینهای منتقل شده یا تعداد جنینهای فریز منتقل شده، نتایج IVF را با دقت ۵۹٪ پیشگویی نمودند (۱۴). عده ای دیگر نیزتوانستند با استفاده از شبکه عصبی و داده هایی مانند سن زن، طول مدت ناباروری، شاخص توده بدنی (BMI)، بارداری قبلی، آندومتریوز، عوامل لوله ای، فاکتورهای تخمک گذاری، تعداد اسپرم، زنده بودن اسپرم، تعداد تخمکهای بازیابی شده و تعداد تخمکهای منتقل شده، نتایج IVF را با دقت ۷۳٪ پیشگویی نمایند (۸). دراین مطالعه قصد ما بر این بودتامدل لوژستیک رگرسیون را به عنوان یک ابزار دقیق غربالگری و همچنین به منظور تغذیه پارامتر های معنی دار، به شبکه عصبی مصنوعی با تابع آموزشی لونبرگ مارکووارد مورد استفاده قرار دهیم. ما از یکی از روش‌های sampling(Under sampling) برای بهبود نتایج شبکه عصبی استفاده نمودیم. نتایج مدل سپس بوسیله شاخص‌های متداول آماری شامل دقت، حساسیت و ویژگی ارزیابی گردید. در این مطالعه مدلی انتخاب گردید که بیشترین دقت را برای ارزیابی نتایج داشته باشد. پیشگویی مربوط به نتایج اگر قبل از مراحل درمان ناباروری انجام پذیرد، از انجام آزمایش‌های متعدد و همچنین، به میزان قابل توجهی باعث کاهش هزینه درمان شده و با جلوگیری از اتلاف زمان، اثرات رنج ذهنی و فیزیکی زوجهای نابارور را نیز کاهش می دهد.

روش کار

این مطالعه با داده‌های ۳۴۵ زوج نابارور با روش

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-20]
[DOR: 20.1001.1.22287043.1398.26.6.1.1]

نمونه گیری آسان و به صورت گذشته نگر که در فاصله زمـانی ۱۳۹۱-۱۳۸۹، در مرکـز نابـاروری حضـرت فاطمه‌الزهرا (س) دانشـگاه علـوم پزشـکی بابـل، تحـت پروتکل درمانی ICSI قرار گرفته بودنـد، انجـام گردیـد. اطلاعات بیماران به صورت انتخـابی و بـه روش پرونـده خوانی بود. میـانگین سـنی زنـان ۳۰ سـال (۱۸-۴۲) و میانگین سنی مـردان ۴۲ سـال (۶۱-۲۲) بـود (۵،۱۵). بارداری (میزان HCG/ml≥U 5I درروزهای ۱۲-۱۰ بعد از انتقال جنین به عنوان تست مثبـت بـارداری در نظـر گرفته شد) به عنوان متغیر وابسته انتخـاب گردیـد. ۸۲ ویژگی نیزبعنـوان متغیرهـای غیـر وابسـته از اطلاعـات پرونده بیماران اسـتخراج گردیـد (۱۶). در ایـن مرحلـه عملیات پیش پردازش و پاکسازی داده ها با اسـتفاده از ابزار تحلیل در نرم افزار SPSS صـورت گرفـت. مرحلـه پیش پردازش به منظـور بهبـود داده‌هـا انجـام گردیـدو فرایندهایی مثل تصـحیح و یـا حـذف داده‌هـای بـدون مقدار، تعیین محدوده مجاز و تصحیح مقادیر غیر مجاز، انجام محاسبات مجدد برای برخی از ویژگی‌ها و تبـدیل آن‌ها به ویژگی‌های دیگرمد نظر قرار گرفـت. نهایتـا ۵۴ ویژگی بعنوان متغیرهای غیر وابسته انتخاب گردید.

از مـدل بـاینری لوژسـتیک رگرسـیون و برنامـه نـرم افزاری SPSS نسخه ۱۶ و مدل شبکه عصبی مصـنوعی با تابع آموزشی لـونبرگ مـارکووارد (LM) و نـرم افـزار MATLAB نسخه ۲۰۱۳ استفاده شد (۱۳). داده ها به صورت تصادفی به ۲۷۶ داده آموزش و ۲۹ داده آزمـون مجزا و مستقل تقسیم گردیدند (۵). برای تخمین دقـت بـا اسـتفاده از روش یـادگیری ماشـین (Machine learning algorithms) از روش ارزیابی متقاطع (Cross validation) استفاده شد. بـا انتخـاب مـدل لوژسـتیک رگرسیون، ارقام صفر (۰) و یـک (۱) بـه ترتیـب جهـت شکست یا موفقیت درمان در نظر گرفته شد.

[معادله۱]

$$\mathrm{OUT} = \log\left[\frac{P}{1-P}\right] = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_n$$

در اینجا p، احتمال Y=1 را نشان می دهد و β_0 یـک مقدار ثابـت اسـت. $\beta_1 - \beta_n$ ضـریب تـاثیر مـرتبط بـا متغیرهای غیر وابسته x_1 و x_n می باشد. نسبت p/(1-p) دارای ارزش بین صفر و مثبت بی نهایـت می‌باشـد (۸). لگاریتم این نسبت که یک متغیر پیوسته است، ارزشـی بین منفی بینهایت و مثبت بینهایت می دهد. با استفاده از این معادله ارزش خروجی بدست آمد. به دلیل نیاز به یک آستانه به داده های خروجی، کد دهی مجدد انجـام گرفت. برای متغیرهـای مسـتقل، در ۲ وضـعیت، ارزش این آسـتانه بهینـه سـازی شـد. در ایـن مطالعـه مـدل لوجسـتیک رگرسـیون بـا روش Backward-wald و در محیط نرم افزاری SPSS 16 اجرا شد. ایـن روش، ابتـدا توصیف کننده هـای اصـلی را انتخـاب می‌کنـد و مـدل لوژستیک رگرسیون را بهبود می بخشد. مرحله آمـوزش در ۵ مرتبه تکرار گردید. در هـر مرتبـه بخشـی از داده های آموزش از کل داده جدا شده و به عنوان آزمون در نظر گرفته شـد. بـا اسـتفاده از متـدbackward-wald و تکرار بیشتر در هـر مرحلـه آمـوزش 2loglikelihood- بهینه گردید. نهایتا مدل ضرایبی را برای متغیر مسـتقل به عنوان ثابت در هر 2loglikelihood- پیشنهاد داد . ر این پژوهش بـا توجـه بـه اینکـه، شـبکه هـای عصـبی مصنوعی مدلهای غیرخطی قدرتمندی هستندوبه طـور فزاینده ای برای طبقـه بنـدی انـواع گونـاگون داده هـا استفاده می شوند، نیزبکار گرفته شد (۵). ساختار شبکه عصبی شامل چندین لایه است:لای لایهودی کـه بـردار ورودی را دریافت مینماید، لایه پنهان یا لایـه میـانی و لایه خروجی که بردار خروجی از لایه قبل را دریـا فـت می نماید. حاصـل ضـرب بردارهـای ورودی در وزنهـای خاص آنها که تحت تاثیر تابع فعالسـازی قـرار میگیـرد، بردار خروجی را ایجاد مینماید . ایـن وزنهـا بـه صـورت تصادفی انتخاب شده و سپس تغییر می یابنـد بـه ایـن ترتیب در حالیکه مرحله آموزش در حـال انجـام اسـت، مجموع مربـع خطـا(Sum-square error (SSE بهینـه میگردد. شبکه مورد استفاده در این پژوهش، سـه لایـه ای بود. لایه ورودی آن به طور اتوماتیـک بـا توجـه بـه تعداد پارامترهای انتخـاب شـده توسـط الگـوریتم پـس انتشـار خطـا و تـابع آمـوزش (train LM) بـه منظـور آموزش شبکه تعیین گردید (۲۵). به منظور بـالا بـردن دقت شبکه از مرحله کد دهی برای متغیر هـایی ماننـد تعداد اسپرم ،سن زن، و اسپرم با تحـرک بـالا اسـتفاده نمودیم.

ارزیـابی مـدل: همـه مـدلها بـا اسـتفاده از بعضـی از

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1398.26.6.1.1]

شاخصها ی آماری ارزیابی می شوند. در تحقیق حاضر ما از شاخص وابسته به آستانه برای ارزیابی مدل لوژستیک رگرسیون و شبکه عصبی مصنوعی استفاده نمودیم.

شاخص وابسته به آستانه: ما از سه مقیاس متفاوت برای ارزیابی کارایی مدل استفاده کردیم. این ۳ مقیاس از چهار شاخص زیر استخراج شده‌اند:

True positive (TP_i) با عنوان تعداد نتایج مثبت تست بارداری (βHCG result) که به درستی توسط مدل نتیجه‌گیری شده‌اند، تعریف می‌شود.

True negative (TN_i) با عنوان تعداد نتایج منفی تست بارداری (βHCG result) که به درستی توسط مدل نتیجه‌گیری شده‌اند، تعریف می‌شود.

False positive (FP_i) با عنوان تعداد نتایج مثبت تست بارداری (βHCG result) که به اشتباه توسط مدل نتیجه‌گیری شده‌اند، تعریف می‌شود.

False negative (FN_i) با عنوان تعداد نتایج منفی تست بارداری (βHCG result) که به اشتباه توسط مدل نتیجه‌گیری شده‌اند، تعریف می‌شود.

با استفاده از فرمول‌هایی که قبلا در گزارشات علمی چاپ شده است، دقت پیشگویی، حساسیت، ویژگی برای خروجی مدل چنین محاسبه می‌شود:

دقت پیشگویی: درصدی از نتایج تست بارداری که به درستی توسط مدل پیشگویی شده‌است [معادله۲] (۱۳و ۱۷):

$$\text{Prediction Accuracy(i)} = \frac{TP_i+TN_i}{\text{total}} \times 100$$

حساسیت: درصد نتایج مثبت تست بارداری که به طور صحیحی توسط مدل پیشگویی شده‌است [معادله ۳] (۱۳و۱۷):

$$\text{Sensitivity(i)} = \frac{TP_i}{TP_i + FN_i} \times 100$$

ویژگی: درصد نتایج منفی تست بارداری که بدرستی توسط مدل پیشگویی شده‌اند [معادله ۴].

$$\text{Specificity(i)} = \frac{TN_i}{TN_i+FP_i} \times 100$$

نمونه گیری: یکی ازمشکلات داده های نامتوازن(imbalance) در طبقه بندی دستیابی به حداکثر دقت میباشد. داده های نامتوازن دارای نتایج پیشگویی غیر متقاعد کننده میباشند (۱۷). بهترین راه حل پیدا کردن یک هماهنگی قابل قبول بین نتایج مثبت حقیقی و منفی حقیقی در طبقه بندی میباشد. دو روش مهم sampling شامل over sampling که نمونه های طبقه کمتر را دو برابر می نماید و under sampling که بعضی از نمونه ها در طبقه بزرگتر را حذف مینماید، مورد استفاده قرار گرفت (۱۳). کارایی اجرای استراتژی sampling در تصمیم گیری های پزشکی بر پایه یادگیری با ماشین(machine learning)به صورت کاربردی مشخص شده است (۲۰-۱۷). در این تحقیق ما ازروش under sampling استفاده نمودیم وبمنظور ارائه طبقه بندی، داده های ICSI را پس از موازنه مجدد بررسی نمودیم (۱۷).

یافته‌ها

در مجموع ۵۴ متغیر شامل، ۳۲ متغیر عددی و۲۲ متغیر اسمی انتخاب گردید.۴۱ متغیر در جدول۱ جهت مشاهده گزارش شده‌اند.

جدول ۲ مشخصات شبکه عصبی بکار رفته در پروژه ما را نشان می دهد.

شبکه عصبی مصنوعی ما خصوصیات زیر را دارا بود:

لایه ورودی، شامل ۲۹ پارامتر معنی دار دریافت شده از ۵ مرحله ارزیابی متقاطع (Cross validation) آموزش و آزمون توسط لوژستیک رگرسیون بود (جدول ۳).

لایه پنهان: شامل سه نرون محاسباتی بودکه تعداد آن با آزمون وخطا بهینه شده بود.

لایه خروجی: دارای یک نرون محاسباتی که خروجی در دامنه صفر تا یک تولید شد، که نشان دهنده میزان احتمال موفقیت درمان تزریق داخل سیتوپلاسمی تخمک است (۸).

کار با شبکه عصبی را با ۲۹ توصیف کننده بدست آمده از مدل لوژستیک رگرسیون آغاز نمودیم. برای لایه‌های پنهان و خروجی از تابع انتقال سیگموئید و تابع آموزش لونبرگ مارکووارد استفاده نمودیم (۱۳).

نتایج حاصل از پیشگویی مدل شبکه عصبی مصنوعی با استفاده از ۲۹ توصیف کننده درجدول ۴ گزارش شده است:

در این مطالعه ۳۰۰ تکرار (Epoch) بطور تقریبی به منظور آموزش شبکه در نظر گرفته شد و بهترین

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1398.26.6.1.1]

جدول ۱- متغیر تحقیق و نوع و مقادیر بازه

نام ویژگی	بازه مقادیر	نوع
سن زن	بازه (۱۸-۴۲)	عددی
تعداد تخمکهای بدست آمده	بازه(۱-۳۷)	عددی
تعداد جنینهای منتقل شده	بازه(۰-۱۰)	عددی
تعداد جنینهای فریز شده	بازه (۰-۱۶)	عددی
تعداد تخمکهای بارور شده	بازه(۱-۱۸)	عددی
طول مدت ناباروری (سال)	بازه (۰-۲۲)	عددی
طول مدت ناباروری (ماه)	بازه(۰-۱۴)	عددی
دفعاتICSI	بازه(۰-۶)	عددی
تعداد دفعات انتقال جنینهای فریز شده	بازه(۰-۴)	عددی
تعداد جنینهای فریز انتقال یافته بار اول و دوم	بازه(۰-۶)	عددی
تعداد جنینهای فریز انتقال یافته بار سوم	بازه(۰-۴)	عددی
تعداد جنینهای فریز انتقال یافته بار چهارم	بازه(۰-۲)	عددی
تعداد کلی اسپرم	بازه $۱۰^{۶}$×(۱-۱۰۰)	عددی
درصد اسپرمهای با تحرک بالا	بازه ٪(۱-۵۰)	عددی
درصد اسپرمهای با تحرک بسیار بالا	بازه٪(۱-۴۰)	عددی
تعداد سقط	بازه(۰-۵)	عددی
تعداد جنینهای منتقل شدهGrade A	بازه(۰-۴)	عددی
تعداد جنینهای منتقل شدهGrade B	بازه(۰-۵)	عددی
تعداد جنینهای منتقل شدهGrade C	بازه (۰-۴)	عددی
تعداد جنینهای فریزGrade A منتقل شده بار اول	بازه(۰-۴)	عددی
تعداد جنینهای فریزGrade B منتقل شده بار اول	بازه(۰-۳)	عددی
تعداد جنینهای فریز Grade C منتقل شده بار اول	بازه(۰-۵)	عددی
تعداد جنینهای فریزGrade A منتقل شده باردوم	بازه(۰-۴)	عددی
تعداد جنینهای فریزGrade Bمنتقل شده بار دوم	بازه(۰-۳)	عددی
تعداد جنینهای فریز Grade C منتقل شده باردوم	بازه (۰-۶)	عددی
تعداد جنینهای فریزGrade A منتقل شده بارسوم	بازه(۰-۳)	عددی
تعداد جنینهای فریزGrade B منتقل شده بار سوم	بازه(۰-۲)	عددی
تعداد جنینهای فریز Grade C منتقل شده بارسوم	بازه(۰-۳)	عددی
تعداد جنینهای فریز Grade A, B منتقل شده بارچهارم	بازه (۰-۲)	عددی
تعداد جنینهای فریز Grade C منتقل شده بارچهارم	۰	عددی
کیفیت انتقال جنین	(Good&Bloody)	اسمی
نوع ناباروری	اولیه،ثانویه	اسمی
میزان هورمونهای تستوسترون وFSH مرد	(Unknown,Low,Normal,High)	اسمی
تولد زنده	مثبت و منفی	اسمی
نتایج تست حاملگی	مثبت و منفی	اسمی
نژاد	مازنی،ترکمن،غیره	اسمی
نوع سلولهای جنینهای منتقل شدهGrade A,B,C	(None,2,3cells,4cells,5or6cells)	اسمی
نوع سلولهای جنینهای فریزGrade A,B,Cمنتقل شده برای بار اول	(None,2,3cells,4cells,5or6cells)	اسمی
نوع سلولهای جنینهای فریز Grade A,B,Cمنتقل شده برای بار دوم	(None,2,3cells,4cells,5or6cells)	اسمی
نوع سلولهای جنینهای فریز Grade A,B,Cمنتقل شده برای بار سوم	(None,2,3cells,4cells,5or6cells)	اسمی
نوع سلولهای جنینهای فریز Grade A,B,Cمنتقل شده برای بار چهارم	(None,2,3cells,4cells,5or6cells)	اسمی

عملکرد آموزش و شبیه سازی در تکرار ۸ بدست آمد (۸) (شکل ۱).

برای بهبود مدل لوژستیک رگرسیون به عنوان یک نتیجه، از متد Backward binary logistic استفاده گردید. این روش ابتدا توصیف کننده‌های با اهمیت را پیدا می کند، سپس مدل را بهبود می بخشد. از ۵ مرحله ارزیابی متقاطع (cross validation) استفاده شد. در هر مرحله در حین تکرار -2loglikelihood کاهش یافت. نتایج حاصل از مدل باینری لوژستیک با استفاده از ۵۴ متغیر نشان دهنده دقت ۹۷٪، حساسیت ۸۶٪ و ویژگی ۹۴٪بود. با استفاده از توانایی مدل لوژستیک رگرسیون به منظور تشخیص پارامتر های معنی دار از

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1398.26.6.1.1]

جدول ۲- مشخصات شبکه عصبی

مشخصات شبکه عصبی	
تعداد نرون ها در لایه ورودی	۲۹ لایه
تعداد نرونها در لایه میانی	۳عدد
تعداد نرونها در لایه خروجی	۱عدد
نوع تابع فعال سازی	تابع فعالسازی سیگموید
نوع تابع آموزش	تابع آموزش LM
تعداد تکرار	۸ عدد
مجموع مربعات خطا	(1e-5)
نوع شبکه	سه لایه تغذیه شونده به جلو

جدول ۳- پارامترهای انتخابی تغذیه شده به شبکه عصبی

شرح
سن زن
تعداد جنینهای منتقل شده
تعداد جنینهای فریز شده
تعداد تخمکهای بارور شده
طول مدت ناباروری (سال)
طول مدت ناباروری (ماه)
دفعاتICSI
تعداد دفعات انتقال جنینهای فریز شده
تعداد جنینهای فریز انتقال یافته بار اول
تعداد جنینهای فریز انتقال یافته بار دوم
تعداد جنینهای فریز انتقال یافته بار سوم
تعداد کلی اسپرم
درصد اسپرمهای با تحرک بالا
کیفیت انتقال جنین
نوع ناباروری
میزان هورمون تستوسترون مرد
میزان هورمون FSH مرد
تولد زنده
تعداد سقط
نژاد
تعداد جنینهای منتقل شدهGrade A, B,C
نوع سلولهای جنین های منتقل شده Grade B,C
تعداد جنینهای فریزGrade A منتقل شده بار اول
نوع سلولهای جنینهای فریزGrade Bمنتقل شده بار اول
تعداد جنینهای فریزGrade Bمنتقل شده بار دوم
نتایج تست حاملگی

لحاظ آماری و به منظور بهبود دقت شبکه عصبی، ۲۹ پارامتر معنی دار بدست آمده از ۵ مرحله ارزیابی متقاطع بوسیله لوژستیک رگرسیون به عنوان ورودی به شبکه عصبی تغذیه شدند. با توجه به اینکه پایگاه داده‌ها در این پروژه، ۳۴۵ داده شامل ۲۷۶ داده آموزش و ۶۹ داده آزمون بودند، لذا با استفاده از متد sampling(undersampling)، ۲۷۶ داده به ۱۱۵ داده تقلیل یافت. سپس بعضی از پارامتر ها مانند سن زن، تعداد اسپرم و اسپرم با تحرک بالا کد دهی شدند. ۱۱۵ داده به ۹۵ داده آموزش و ۱۵ داده آزمون تقسیم شده و طی ۶ مرحله به شبکه عصبی تغذیه گردیدند. نتایج دقت، حساسیت و ویژگی بدست آمده برای مدل کاهش یافته به ترتیب ۸۲٪، ۹۲٪ و ۷۶٪ حاصل گردید.

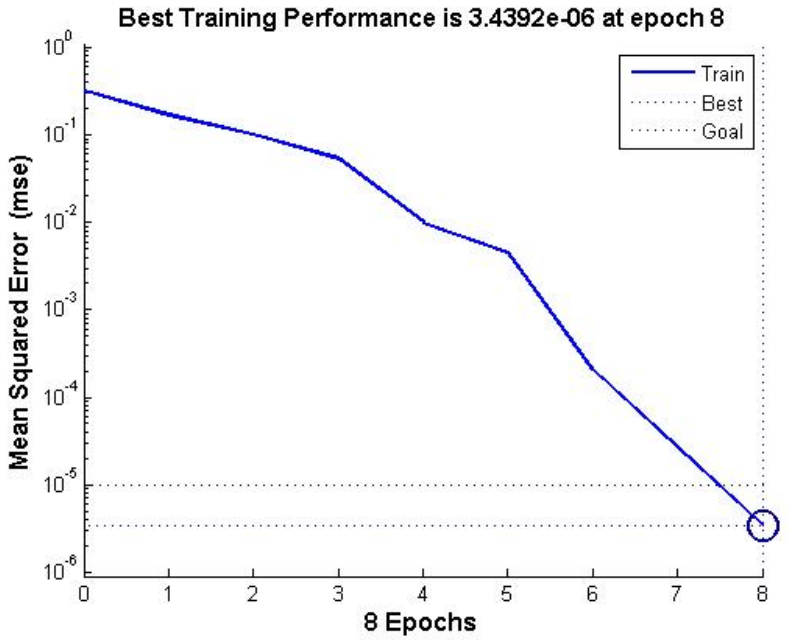
بحث و نتیجه‌گیری

متاسفانه علی رغم هزینه بالایی که برای انجام مراحل ICSI صورت می پذیرد، میزان موفقیت چندان زیاد نیست.با توجه به اینکه در بسیاری از اوقات زوجهای نابارور ابتدا به جستجوی هزینه درمان در کلینیکهای ژنیکولوژی پرداخته و نقش بارز آنرا در روند زندگی خود حس می کنند، لذادست نیافتن به نتیجه مثبت و تجربه نکردن باروری، استرس سنگینی را به آنها تحمیل می‌کند (۱۴). اگرچه ICSIیک روش بسیار پیشرفته برای درمانهای کمک باروری محسوب می شود، ولی ارزش پیشگویی فاکتور های تاثیر گذار بر میزان موفقیت آن، از اهمیت بالایی برخوردار است(۱،۲۱).به منظور پیشگویی باروری در چرخه های ICSI، فاکتور های چند گانه ای پیشنهاد شده است (۲۴-۲۲). در سالهای اخیر بسیاری از تحقیقات بر روی بهبود تکنیکهای مختلف کامپیوتری و مدلهایی ریاضی برای طبقه بندی IUI، ICSI وET متمرکز شده است و میزان پیشگوی و موفقیت IVF/ICSI توسط این مدل ها مورد پذیرش قرار گرفته است. البته باید در نظر داشت که هیچکدام از این مدلها نمی توانند میزان موفقیت را تا ۱۰۰٪ پیشگویی کنند،اما اگر روشهای پیشگویی کننده بر اساس یاد گیری ماشین به عنوان یک ناظر دوم در کنار جنین شناس قرار گیرند، می توان میزان موفقیت ناباروری را تا حدودی بهبود بخشیده و از درمانهای غیرضروری که مستلزم تحمیل هزینه برای بیمارو اشغال تخت بیمارستان است ممانعت بعمل آورد. عملکرد مدل لوژستیک رگرسیون در این پروژه،بسیار سریع بوده وبه طور دقیق و صحیح، بیشتر توصیف کننده های موثر را انتخاب نمود. یکی از قابلیت های لوژستیک رگرسیون ارائه ضرایبی برای متغیرهای مستقل می باشد که به نوعی بیانگر میزان اهمیت هر متغیر در پیشگویی میزان موفقیت درمان می باشد. در حالیکه شبکه عصبی همانند یک جعبه سیاه بوده و

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-20]
[DOR: 20.1001.1.22287043.1398.26.6.1.1]

جدول ۴- توزیع طبقات و نتایج پیشگویی پس از Under sampling بر روی داده های آموزش

تعداد پایگاه داده ها	۱	۲	۳	۴	۵	۶
تعداد موارد مثبت	۴۵	۴۷	۴۵	۴۵	۴۵	۴۸
تعداد موارد منفی	۵۰	۴۸	۵۰	۵۰	۵۰	۵۲
نرخ مثبت حقیقی	۷	۸	۱۱	۱۰	۸	۷
نرخ مثبت کاذب	۱	۳	۳	۴	۳	۲



شکل ۱- بهترین شبیه سازی

کارایی و قابلیت هر یک از متغیرهای مستقل نسبت به متغیر وابسته را به تنهایی تشخیص نمی‌دهد. بعلاوه شبکه عصبی مستعد به دام افتادن در مینیمم‌های محلی (Local minima) و در نتیجه طولانی شدن فرآیندآموزش می گردد. نتایج پروژه ما نشان می دهد که طراحی یک شبکه عصبی مصنوعی پیشخور (feed forward)(۳:۱) و همراهی آن با مدل لوژستیک رگرسیون قادر می باشد، پارامتر های مهم را از میان داده های ورودی استخراج نماید. این امر موجب افزایش دقت،حساسیت و ویژگی شبکه عصبی مصنوعی می گردد. همچنین نتایج بدست آمده حاکی از آن است که قابلیت شبکه عصبی با ۲۹ پارامتر معنی دار بیشتر از زمانی است که آموزش شبکه با ۵۴ پارامتر ورودی انجام پذیرد. در این تحقیق تلاش شده است تا برخی از مشکلات شبکه عصبی، با کمک لوژستیک رگرسیون بهبود یابد.این پروژه مدلی را طراحی نموده که قادر است پارامتر های معنی دار را از میان تمام پارامتر های دیگر استخراج نماید. در این مطالعه ما موفق به پیشگویی میزا ن موفقیت ICSI با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و مدل باینری لوژستیک رگرسیون شدیم. ما در یافتیم مدل باینری لوژستیک رگرسیون نتایج دقیقی را در ارزیابی میزان موفقیت ICSI هنگامی که داده ها به صورت باینری باشد، بدست می دهد.

تقدیر و تشکر

از زحمات سرکار خانم دکتر صدیقه اسماعیل زاده ریاست محترم مرکز درمانی تخصصی فاطمه الزهرا (س)و سرکارخانم دکتر مولود آقاجانی دلاور و همچنین سرکار خانم مریم عبدالله زاده که در مراحل انجام این پروژه ما را یاری نمودند،کمال تشکر و قدردانی را داریم.

References

1. HashemianNaeini E, AkbariAsbagh F,

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1398.26.6.1.1]

ZareNiyestanak M, Mehrsay A, Foroozandeh E, Shokoohi M, et al. Factors affecting pregnancy and abortion rates following intra cytoplasmic sperm injection in the obstructive and non-obstructive azoospermicmen. Med Sci; 2012.22(3):211-215.

2. Speroff L, Fritz M. Assisted reproductive technologies. In: Weinberg RW, Editor. Clinical Gynecologic Endocrinology and Infertility .7th ed. Philadelphia: Lippincot Williams and Wilkins; 2005:1215-38.

3. Manoli V, Dandekar S, Desai S, Mangoli R. The outcome of ART in males with impaired spermatogenesis. J Hum Reprod Sci; 2008.1:73-76.

4. Hollingsworth B, Harris A, Mortimer D. The cost effectiveness of intracytoplasmic sperm injection (ICSI). J Assist Reprod Genet; 2007.24:571-77.

5. Wald M, Speaker AET, Sandlow J, Van-Vorhis B, Syrop CH, Niederberger CS. Computational models for prediction of IVF/ICSI outcomes with surgically retrieved spermatozoa. Reproduct Biomed Online; 2005.11(3):325-331.

6. Tournaye H, DevroeyP, Liu J, Nagy Z, Lissens W, Van Steirteghem A. [Microsurgical epididimal sperm aspiration and intracytoplasmic sperm injection:a new effective approach to infertility as a result of congenital bilateral absence of the vas deferens]. Fertile Steril; 1994.61:1045-51.

7. Zarinara A, Zeraati H, Kamali K, Mohammad K, Shahnazari P, Akhondi MM. [Models predicting success of infertility treatment: A systematic review]. J Reprod Infertil; 2016.17(2):66-81.

8. Durairaj M, Thamilselvan P. [Applications of artificial neural network for IVF data analysis and prediction]. J Engineer Comput Appl Sci; 2013.2(9).

9. Durairaj M, Meena K. [Application of artificial neural network for predicting fertilization potential of frozen spermatozoa of cattle and buffalo]. Int J Comput Sci Syst Analyz; 2008:1-10.

10. Larsson H, Rodrigues M. Can we use in vitro fertilization tests to predict semen fertility? Animal Reprod Sci; 2000. 61:327-336.

11. Malinowski P, Milewski R, Ziniewics P, Milewska AJ, Czerniecki J, Wołczyński S . [The use of data mining methods to predict the result of infertility treatment using the IVF ET method]. Stud Log Grammar Rhetoric; 2014.39(52):67-74.

12. Milewska AJ, Jankowska D, Cwalina U, WięsakT, Citko D, Morgan A, et al. [Analyzing outcomes of intrauterine insemination treatment by application of cluster analysis or kohonen neural network] .Studies In Logic, Grammar And Rhetoric. Log Stat Comput Methods Med; 2013.35(48):7-25.

13. Hayatshahi SHS, Abdolmaleki P, Safarian Sh, Khajeh Kh. [Non –linear quantitative structure – activity relationship for adenine derivatives as competitive inhibitors of adenosine deaminase]. Biochem Biophysic Res Commun; 2005.1137-1142.

14. Kaufman SJ, Eastaugh L, Snowden S, Swye Sw, Sharma V. [The application of neural networks in predicting the outcome of in-vitro fertilization]. Hum Reprod; 1997.12(7):1454-1457.

15. Farsi MM, Jorsaraei A, Hajiahmadi M, Esmaelzadeh S. [Role of embryo morphology in intracytoplasmic sperm injection cycles for prediction of pregnancy]. Iran J Reprod Med; 2007. 5(1):23-27.

16. Milewski R, Milewska AJ, Więsak T, Morgan A. [Comparison of artificial neural network and logistic regression analyze in pregnancy prediction using the in vitro fertilization treatment]. Stud Log Grammar Rhetoric; 2013.35(48):39-48.

17. Uyar A, Bener A, Ciray HN, Bahceci M. [Handling the imbalance problem of IVf implantation prediction]. Int J Comput Sci; 2010.37(2).

18. Cohen G, Hilario M, Sax H, Hugonnet S, Geissbuhler A. [Learning from imbalanced data in surveillance of nosocomial infection]. Artific Intellig Med; 2006.37:7-18.

19. Mazurowski HP, Zuranda MA, Lob J, Baker J, Tourassi G. [Training neural network classifiers for medical decision making: The effects of imbalanced datasets on classification performance]. Neural Networks; 2008.21:427-436.

20. Namee BM, Cunningham P, Byrne S, Corrigan O. [The problem of bias in the data in regression problems in medical decision support]. Artific Intellig Med; 2002.24:51-70.

21. Kozarov G, Stosic L. [Use of semen quality to predict pregnancy in couples undergoing ICSI]. J Women's Health; 2016.1(1):001-004.

22. Van Steirteghem AC, Nagy Z, Joris H, Lio J, Strssen C, Smitz J, et al. [High fertilization and implantation rates after ICSI]. Hum Reprod; 1993.8:1061-66.

23. Friedler S, Raziel A, Strassburger D , Schachter M, Soffer Y, Ron-El R. [Factors influencing the outcome of ICSI I patients with obstructive and non-obstructive azoospermia L: a comparative study]. Hum Reprod; 2002.17:3114-21.

24. Mansour RT, Kamal A, Fahmy I, Tawab N, Serour GI, Aboulghar MA. [Intrcytoplasmic sperm injection in obstructive and non-obstructive azoospermia]. Hum Reprod; 1997.12:1974-79.

25. Gavin HP. [The levenberg-marquardt method for nonlinear least squares curve-fitting problems]. Department of Civil and Environmental Engineering; 2016:1-18.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1398.26.6.1.1]