Medical Science Journal of Islamic Azad University Vol. 36, No. 1, Spring 2026 **ORIGINAL ARTICLE**

Study of p53 and sirtuin1 gene expression levels in sperm of infertile men compared to healthy men

Fariba Ghodrati[1], Kazem Parivar[1], Iraj Amiri[2], Nasim Hayati Roodbari[1]
[1]Department of Biology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[2]Department of Anatomy and Embryology, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

[Downloaded from tmuj.iautmu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.10235922.1405.36.1.3.6]
[DOI: 10.66224/iau.36.1.23]

Abstract

Background: Several factors, including molecular and genetic changes, play a role in male infertility. The p53 and SIRT1 genes are among the key molecules that play a role in regulating cellular processes such as apoptosis, DNA repair, and oxidative stress. The aim of this study was to investigate the expression levels of p53 and SIRT1 genes in the sperm of infertile men compared to healthy men.
Materials and methods: This case-control study used sperm samples from 15 fertile and 15 infertile men who referred to Omid Infertility Clinic in Hamedan for infertility-related tests. Some of the above sperm were used for fertilization and the other part was frozen for molecular studies. The expression levels of genes were measured using the RT-qPCR technique. After performing IVF and ICSI in vitro fertilization, the results were compared with the results of molecular studies.
Results: The p53 gene expression in the sperm of infertile men was significantly increased ($P \leq 0.0001$), while SIRT1 gene expression was significantly decreased ($P \leq 0.0001$). In terms of the correlation between morphology, sperm count and motility in the semen sample and blastocyst rate obtained from IVF and ICSI, no significant correlation was found with P53 and SIRT1 gene expression.
Conclusion: The findings showed that increased p53 expression causes sperm apoptosis and decreased SIRT1 expression exacerbates oxidative stress; both of which can be used as key markers in the evaluation of male fertility.
Keywords: *p53, Sirtuin1, Sperm, Infertile men.*

Cited as: Ghodrati F, Parivar K, Amiri I, Hayati Roodbari N. Study of p53 and sirtuin1 gene expression levels in sperm of infertile men compared to healthy men. Medical Science Journal of Islamic Azad University, Tehran Medical Branch 2026; 36(1): **23-33.**

Correspondence to: Kazem Parivar
Tel: *+98 9121304550*
E-mail: kparivar.srbiau@gmail.com
ORCID ID: kparivar.srbiau@gmail.com
Received: 6 May 2025; **Accepted:** 3 Sep 2025

مجله علوم پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی
دوره ۳۶، شماره ۱، بهار ۱۴۰۵، صفحات ۲۳ تا ۳۳

Original Article

بررسی میان بیان ژن p53 و sirtuin1 در اسپرم مردان نابارور در مقایسه با مردان سالم

فریبا قدرتی[۱]، کاظم پریور[۱]، ایرج امیری[۲]، نسیم حیاتی رودباری[۱]

[۱] گروه زیست شناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[۲] گروه آناتومی و جنین شناسی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

چکیده

سابقه و هدف: *عوامل متعددی از جمله تغییرات مولکولی و ژنتیکی در ناباروری مردان نقش دارند. ژن‌های p53 و SIRT1 از جمله مولکول‌های کلیدی هستند که در تنظیم فرآیندهای سلولی همچون آپوپتوز، ترمیم DNA و استرس اکسیداتیو نقش ایفا می‌کنند. هدف این مطالعه بررسی میزان بیان ژن‌های p53 و SIRT1 در اسپرم مردان نابارور در مقایسه با مردان سالم بود.*

روش بررسی: *در این مطالعه مورد- شاهدی از نمونههای اسپرم ۱۵ مرد بارور و ۱۵ مرد نابارور که جهت انجام آزمایشات مرتبط با ناباروری به کلینیک ناباروری امید در همدان مراجعه کردند، استفاده شد. بخشی از اسپرمهای فوق جهت انجام لقاح استفاده و بخش دیگر جهت بررسی های مولکولی فریز شد. میزان بیان ژن‌ها با استفاده از تکنیک RT-qPCR اندازه‌گیری شد. پس از انجام لقاح آزمایشگاهی IVF و ICSI نتایج آن با نتایج بررسیهای مولکولی مقایسه شد.*

یافته‌ها: *بیان ژن p53 در اسپرم مردان نابارور به طور معنی‌داری افزایش داشت ($P<۰/۰۰۰۱$)، در حالی که میزان بیان ژن SIRT1 کاهش معنی‌داری را نشان داد ($P<۰/۰۰۰۱$). از نظر میزان همبستگی مرفولوژی و تعداد و حرکت اسپرم در نمونه مایع منی و نرخ بلاستوسیست حاصل از IVF و ICSI با میزان بیان ژن P53 و SIRT1 ارتباط معنی‌داری یافت نشد.*

نتیجه گیری: *یافته‌ها نشان داد که افزایش بیان p53 موجب آپوپتوز اسپرم و کاهش بیان SIRT1 استرس اکسیداتیو را تشدید می‌کند که هر دو می‌توانند به عنوان نشانگرهای کلیدی در ارزیابی باروری مردان به کار روند.*

واژگان کلیدی: *p53، Sirtuin 1، اسپرم، مردان نابارور.*

مقدمه

ناباروری مردان، مشکل بهداشتی جهانی است که بر کیفیت زندگی زوج‌ها تأثیر می‌گذارد و عوامل مختلفی از جمله عوامل ژنتیکی، محیطی و سبک زندگی در بروز آن نقش دارند. در سال‌های اخیر، مطالعات متعددی به بررسی نقش ژن‌ها در ناباروری مردان پرداخته‌اند. یکی از ژن‌های مهمی که در این زمینه مورد توجه قرار گرفته است، ژن سیرتوبین ۱ (SIRT1) است. سیرتوبین ۱ به عنوان یک داستیلاز کلاس III هیستون شناخته می‌شود که به NAD+ وابسته است و گروه های استیل را از پروتئین ها جدا می کند، نقش بسیار مهمی در فرایندهای سلولی مختلف از جمله پیری، متابولیسم و تنظیم طول عمر سلولی، مقاومت در برابر استرس اکسیداتیو و ترمیم DNA ایفا میکند (۱). SIRT1 در بیضه ها بیان می شود و بر اسپرم زایی تأثیر می گذارد. این آنزیم به کاهش استرس اکسیداتیو، تنظیم

آدرس نویسنده مسئول: تهران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، گروه زیست شناسی، کاظم پریور (email: kparivar.srbiau@gmail.com)
ORCID ID: 0000-0002-5942-5770

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۴/۲/۱۶
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۶/۱۲

[Downloaded from tmuj.iautmu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.10235922.1405.36.1.3.6]
[DOI: 10.66224/iau.36.1.23]

سیگنال های هورمونی و تأثیرگذاری بر تغییرات اپی ژنتیکی کمک میکند. کاهش فعالیت SIRT1 با ناباروری مردان به دلیل اختلال در اسپرم زایی، عدم تعادل هورمونی و تغییرات اپی ژنتیکی مرتبط است.مطالعات قبلی نشان داده‌اند که بیان ژن SIRT1 در اسپرماتوزوئیدها با کیفیت اسپرم و توانایی باروری ارتباط دارد و کاهش بیان SIRT1 با افزایش استرس اکسیداتیو، آسیب DNA و کاهش تحرک اسپرم همراه است (۲). در مدل‌های حیوانی، به‌ویژه موش‌های نر دارای کمبود SIRT1، ناباروری مشاهده شده است که با اسپرم‌زایی ضعیف و بلوغ غیرطبیعی اسپرم مشخص می‌شود. این موش‌ها تعداد و تحرک اسپرم را کاهش دادند، همراه با وجود اسپرم‌های غیرطبیعی از نظر مورفولوژیکی، مانند آنهایی که سر کوچک‌تر یا دم‌های جدا شده داشتند (۳).مطالعات نشان داده‌اند که سطوح پایین‌تر SIRT1 با افزایش نشانگرهای استرس اکسیداتیو در پلاسمای منی مرتبط است که بر کیفیت اسپرم تأثیر منفی می‌گذارد. این رابطه نشان می دهد که SIRT1 ممکن است به کاهش آسیب DNA در سلول های اسپرم ناشی از استرس اکسیداتیو کمک کند.بیوژنز مناسب آکروزوم برای عملکرد اسپرم ضروری است. کاهش سطح SIRT1 با نقص در تشکیل آکروزوم همراه است که منجر به مورفولوژی غیر طبیعی اسپرم و اختلال در توانایی لقاح می شود.در انسان، کاهش سطوح SIRT1 در پلاسمای منی با پارامترهای ضعیف اسپرم، از جمله تحرک و غلظت کمتر و همچنین نرخ‌های بالاتر مورفولوژی غیرطبیعی مرتبط است. این یافته ها نشان می دهد که SIRT1 می تواند به عنوان یک نشانگر زیستی برای ناباروری مردان عمل کند و ممکن است یک هدف بالقوه برای مداخلات درمانی با هدف بهبود نتایج باروری باشد (۴) . افزایش فعالیت SIRT1 از طریق فعال کننده‌های سیرتوین، یک رویکرد درمانی بالقوه برای بهبود باروری مردان است.در مطالعهای نشان داده شد که کمبود SIRT1 با افزایش آپوپتوز در سلول‌های زایای نر مرتبط است که با افزایش فعالیت p53 - یک تنظیم‌کننده مهم مرگ سلولی - انجام می‌شود. ژن p53 به عنوان یک ژن سرکوبگر تومور شناخته می‌شود که در پاسخ به آسیب‌های DNA فعال شده و باعث توقف چرخه سلولی، ترمیم DNA یا آپوپتوز می‌شود (۵). پروتئین p53 به عنوان یک نگهبان ژنوم عمل می‌کند و در حفظ یکپارچگی سلولی، از جمله سلول‌های زایا، نقش بسیار مهمی دارد. این پروتئین در فرایند اسپرم‌زایی بیان می‌شود و با تنظیم آپوپتوز، به حذف سلول‌های معیوب کمک می‌کند تا از تولید اسپرم‌های سالم اطمینان حاصل شود.با این حال اختلال در عملکرد p53 می‌تواند منجر به مشکلات باروری شود(۶).به عنوان مثال در شرایطی مانند استرس اکسیداتیو یا قرار گرفتن در معرض سموم محیطی، فعال شدن بیش از حد p53 می‌تواند باعث مرگ سلول‌های زایا و کاهش تولید اسپرم شود.همچنین جهش در این ژن می‌تواند به طور مستقیم بر عملکرد p53 تأثیر گذاشته و منجر به اختلال در اسپرم‌زایی شود. p53 ممکن است با هورمون‌های جنسی مانند تستوسترون تعامل داشته باشد و اختلال در این تعامل می‌تواند به مشکلات باروری منجر شود.التهاب مزمن نیز در بیضه‌ها می‌تواند بیان فاکتورهای پروآپوپتوزی را افزایش داده و به مرگ سلول‌های زایا منجر شود.ژن p53 نیز نقش مهمی در حفظ یکپارچگی ژنوم و تنظیم آپوپتوز در اسپرماتوزوئیدها دارد. تغییرات در بیان ژن p53 ممکن است منجر به افزایش آسیب DNA و کاهش کیفیت و تولید اسپرم و ناباروری شود (۷, ۸). درک دقیق مکانیسم‌های دخیل در این فرایند، می‌تواند به توسعه روش‌های درمانی جدید برای ناباروری کمک کند. هدف از انجام این مطالعه، بررسی بیان ژن‌های SIRT1 و p53 در نمونه‌های اسپرم مردان نابارور در مقایسه با مردان سالم است. با انجام این مطالعه، می‌توان به درک بهتری از نقش این دو ژن در فرآیند اسپرماتوژنز و ناباروری مردان دست یافت. همچنین، نتایج این مطالعه می‌تواند به شناسایی بیومارکرهای جدید برای تشخیص زودهنگام ناباروری مردان و توسعه روش‌های درمانی جدید کمک کند.

مواد و روشها

جمع آوری نمونه ها

این مطالعه (کد اخلاق IR.IAU.SRB.REC.1400.167) به صورت مورد شاهدی طراحی و انجام شد. پس از تعیین تعداد بیماران توسط محاسبات آماری و فرمول تعیین حجم نمونه از نمونههای اسپرم ۱۵مرد بارور و ۱۵مرد نابارور که جهت انجام آزمایشات مرتبط با ناباروری به کلینیک ناباروری امید در همدان مراجعه کردند، پس از اخذ رضایت کتبی استفاده شد. مردان بارور کسانی در نظر گرفته شدند که از نظر آنالیز اسپرم با آخرین معیارهای ارائه شده از طرف سازمان بهداشت جهانی WHO بارور محسوب شده و حداقل دارای یک فرزند سالم نیز بودند و مردان نابارور به کسانی اطلاق شد که از نظر معیارهای WHO پارامترهای اسپرم آنها آبنورمال بودند و نابارور محسوب می شدند؛ لیکن همسر آنها سالم بوده و مشکلی از نظر باروری نداشتند. از زوجین فوق رضایت کتبی اخذ شد و وارد این مطالعه شدند. پس از آنکه سیکلهای درمانی برای همسر این

[Downloaded from tmuj.iautmu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.10235922.1405.36.1.3.6]
[DOI: 10.66224/iau.36.1.23]

مردان آغاز شـــد، در روز تخمک کشـــی از مردان فوق نمونه اسـپرم گرفته شـد. پس از پشـت سـر گذاشـتن مراحل ذوب و آنالیز اســـپرمها، آنها در دو گروه طبقه بندی شـــد و با دو سـانتریفوژ جداگانه نمونه سـیمن از اسـپرم جدا گردید و مایع سـیمن منجمد و در دمای ۷۰- درجه نگهداری شـد و اسـپرمها نیز با اسـتفاده از روش جداسـازی گرادیان مورد پروسـس قرار گرفت تا اسپرمهای سالم و با گرید حرکتی مناسب جهت انجام غمل لقاح آزمایشـگاهی جدا گردد. سـپس بخشـی از اسـپرمهای فوق جهت انجام لقاح اسـتفاده و بخش دیگر جهت بررسـیهای مولکولی فریز گردید. در نهایت به منظور بررســـی میزان لقاح، تخمکهای به دسـت آمده به دو دسـته تقسـیم شـدند که یک دسـته به روش لقاح آزمایشـگاهی IVF و دسـته دیگر به روش ICSI (تزریق درون سـیتوپلاسـمی اسـپرم) تحت انجام عمل لقـاح قرار گرفـت. پس از انجـام لقـاح آزمـایشـــگـاهی طبق پروتکلهای اســـتاندارد نتایج آن در روزهای بعد پیگیری و ثبت شـد تا با نتایج بررسـیهای مولکولی مقایسـه شـده و ارتباط بین نتایج بدسـت آمده از بررسـیهای مولکولی با میزان لقاح در هر گروه یافت شود.

پژوهش های مولکولی

بررســی بیان ژن های SIRT1 , P53 در نمونه های اسـپرم مردان بارور و نابارور

برای مطالعه بیان ژن های P53, SIRT1 در مایع سمینال وزیکول از تکنیـکReal- Time PCR اســـتفاده شـــد.جدول ۱ توالی پرایمرهای مورد مطالعه را نشان میدهد .

جدول ۱. توالی پرایمرهای ژنهای مورد مطالعه

h-TP53-f	TTCCGTCTGGGCTTCTTG
h-TP53-r	TGCTGTGACTGCTTGTAGAT
h-sirt1-f	GGCACCGATCCTCGAACAAT
h-sirt1-r	CGCTTTGGTGGTTCTGAAAGG
h-GAPDH-f	CTTTGGTATCGTGGAAGGAC
h-GAPDH-r	GCAGGGATGATGTTCTGG

استخراج RNA

ابتدا برای خالص سازی بیشتر، مایع سمن به مدت ۵ دقیقه با دمای ۴ درجه و دور ۵۰۰۰ سـانتریفوژ گردید و مایع رویی که سمن است به ویالها منتقل گردید. سپس ۱ میلی لیتر ترایزول اضـافه شـد. به ازای ۱ میلیلیتر ترایزول اضـافه شـده در مرحله اول ، مقدار۲۰۰ میکرولیتر کلروفرم به نمونه ها اضـافه گردید و میکروتیوبها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای محیط انکوبه شـــدند. ســـپس به مدت ۱۵ دقیقه در RPM ۱۲۰۰۰ و دمای ۴ درجه سـانتی گراد سـانتریفیوژ شـدند. فاز شـفاف رویی حاوی RNA جدا شـده و به میکروتیوب دیگری منتقل شـد. به میکروتیوب های حاوی فاز شـــفاف رویی ایزوپروپانول اضـــافه شـــد (۵۰۰ میکرولیتر بـه ازای ۱ میلیلیتر ترایزول). ســـپس بـه مـدت ۱۰دقیقه در دمای فریزر ۲۰- انکوبه شـدند. به منظور رسـوب RNA، نمونهها به مدت ۱۰ دقیقه در RPM ۱۲۰۰۰ و دمای ۴ درجه سـانتریفیوژ گردیدند. محلول رویی تخلیه و رسـوبها با اتانول ۷۵ ٪ شـسـتشـو داده شـدند. دوباره سـانتریفیوژ درRPM ۷۵۰۰ به مدت ۵ دقیقه در دمای ۴ درجه انجام شـــد. محیط رویی تخلیـه و میکروتیوب هـا بـه مـدت ۱۵ دقیقـه بر روی دسـتمال کاغذی اسـتریل وارونه قرار دادیه شـد تا رسـوب نیمه خشـک شـده و الکل تبخیر شـود. پس از نیمه خشـک شـدن رســـوب، مقدار ۲۰ الی ۳۰ میکرولیتر آب DEPC یا عاری از RNase به هر میکروتیوب اضـافه شـد تا رسـوب RNA در آن حل شد. برای حل شدن رسوب میکروتیوبها به مدت ۱۵دقیقه در دمای ۵۵ تا ۶۰ درجه سـانتیگراد قرار داده شـد. نمونههای اسـتخراج شـده در دمای ۲۰- درجه سـانتیگراد برای نگهداری کوتاه مدت قرار داده شد.

سنتز cDNA

در ابتدا تمام مواد کیت از دمای ۲۰- درجه ســـانتیگراد و نمونههای RNA از ۷۰- درجه سانتیگراد درجه خارج و پس از آب شـــدن به روی یخ انتقال داده شـــدند. تمامی مواد قبل از اسـتفاده ورتکس اسـپین شـدند. جهت تهیه میکس RT ،طبق جدول زیر مواد لازم برای سـاختcDNA شـامل بافرRT،آنزیم RT، پرایمرOligo dT و آب DEPC با یکدیگر مخلوط شـده و ســـپس در حجمهای µl ۹ در میکروتیوب های ml ۰/۲ توزیع شدند (جدول ۲).

جدول ۲. ترکیبات لازم برای ساختcDNA

Component		Volume
Mix RT	5 Lµ	RT mix contains RT buffer + RT enzyme (MMLV) + oligo dT and Random hexamer primers
Oligo dT primers	1 Lµ	
DEPC water	3 Lµ	
Total volume		9µl + 1µl RNA (0.5 – 1µg)

جدول۳. برنامه دمایی برای سنتز cDNA

			RT program
RT-PCR	25 ℃	10 min	1X
	47 ℃	60 min	
	85 ℃	5 min	
Cooling	4 ℃	2 min	1X

[Downloaded from tmuj.iautmu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.10235922.1405.36.1.3.6]
[DOI: 10.66224/iau.36.1.23]

میکروتیوبهای آماده شده حاوی RT mix و نمونه RNA در دستگاه ترموسایکلر گذاشته شدند و برنامه دمایی اجرا شد. نمونههای cDNA آماده شده تا زمان استفاده در ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شدند (جدول ۳).

بررسی کمی تغییرات بیان ژن

طبق جدول ۴، برای هر ژن مخلوطی ازاجزای مختلف PCR تهیه و پس از میکس کردن و اسپین کردن در مقادیر ۹ میکرولیتری داخل میکروتیوب های مخصوص دستگاه توزیع و در هر ویال یک میکرولیتر از نمونه cDNA مورد نظر اضافه شد (حجم نهایی هر واکنش PCR ، ۱۰ میکرولیتر بود).

جدول۴. تهیه ترکیبات واکنش ریل تایمPCR برای بررسی بیان ژنها

Component	Volume
SYBR Green Master Mix	lµ5
Forward primer (10µM)	lµ0.5
Reverse primer (10µM)	lµ0.5
H2O	lµ3
Total Volume	9µl + 1µl cDNA

میکروتیوبهای آماده حاوی واکنش PCR پس از میکس و ورتکس در دستگاه قرار داده و برنامه دمایی اجرا شد (جدول ۵).

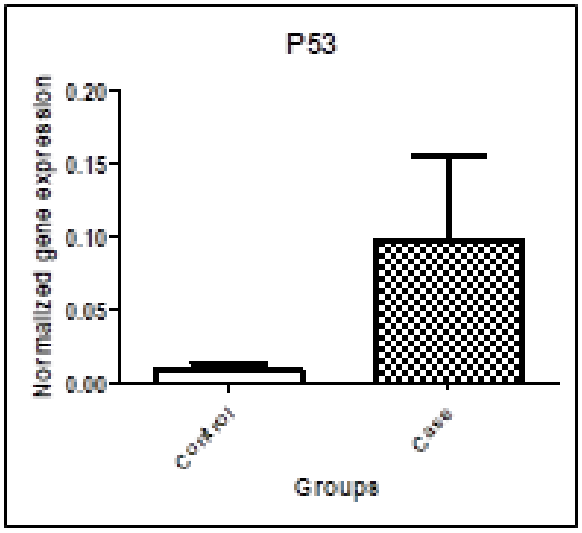
پس از پایان آزمایش، اطلاعات حاصل شامل اعداد CT یا سیکل آستانه (threshold cycle)، منحنی‌های تکثیر و ذوب مربوط به هر ژن جهت آنالیز آماده بود. اعداد CT مربوط به ژن رفرنس و ژن اصلی هر نمونه در فرمول $2^{-\Delta\Delta CT}$ تغییرات بیان نسبی هرژن محاسبه شد.

یافته‌ها

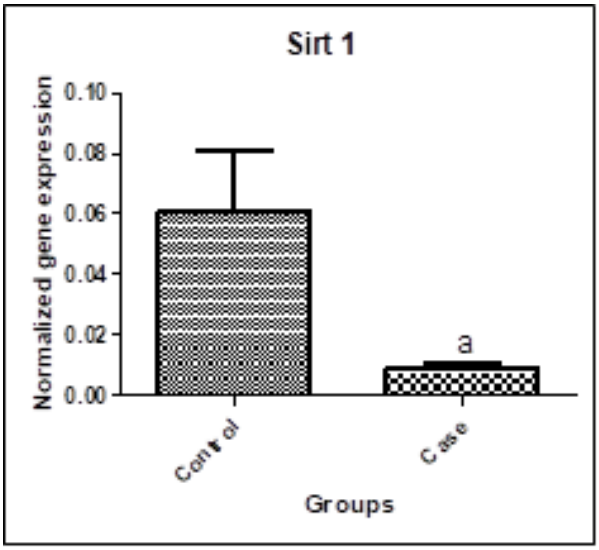
در این مطالعه ۱۵ مرد نابارور و ۱۵ مرد سالم بررسی شدند و از نظر مرفولوژی و تحرک و تعداد اسپرم مورد ارزیابی قرار گرفتند. تعداد تخمک و جنین و بلاستهای حاصل از دو گروه لقاح با IVF و ICSI در دو گروه کنترل و بیمار مورد بررسی قرار گرفت و به صورت میانگین و انحراف معیار گزارش شد (جدول۶).

بررسی میزان بیان ژن P53 در نمونه اسپرم مردان نابارور در مقایسه با گروه کنترل سالم

به منظور بررسی میزان بیان ژن P53 در گروههای مورد بررسی شامل دو گروه مردان نابارور و مردان سالم بارور، نمونه اسپرم با روش Real Time PCR مورد ارزیابی قرار گرفت. میانگین میزان بیان ژن P53 در گروه نابارور ۰/۱۷۳۶ ± ۰/۰۹۶۹۹ بود که در مقایسه با میانگین بیان این ژن در گروه کنترل ۰/۰۱۵۰۹ ± ۰/۰۰۹۱۱ از نظر آماری تفاوت معنی داری نشان داد (P<۰/۰۰۰۱) (شکل۱).



شکل ۱. بررسی میزان بیان ژن P53 در نمونه اسپرم دو گروه مردان بارور (Control) و مردان نابارور (Case). ژن GAPDH به عنوان ژن مرجع استفاده شد. میزان معنی داری در سطح ۰/۰۵ درصد در نظر گرفته شد. نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شد.



شکل ۲. بررسی میزان بیان ژن Sirt 1 در نمونه اسپرم دو گروه مردان بارور (Control) و مردان نابارور (Case). ژن GAPDH به عنوان ژن مرجع استفاده شد. میزان معنی داری در سطح ۰/۰۵ درصد در نظر گرفته شد. نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شد.

[Downloaded from tmuj.iautmu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.10235922.1405.36.1.3.6]
[DOI: 10.66224/iau.36.1.23]

جدول۵. برنامه دمایی ریل تایم

Real-Time PCR program				
Steps	Temperature	Time	Cycles	Acquisition mode
Initial denaturation	95 ℃	5 min	1X	Off
Amplification	95 ℃	15 sec	40X	Off
	60 ℃	15-20 sec		Off
	72 ℃	15-30 sec		On
Melting curve	95 ℃	15 sec	1X	Off
	65 ℃	1 min		Off
	65---95 ℃ , slope: 0.3 ℃/s			On
Cooling	30 ℃	20 sec	1X	Off

جدول۶ . پارامترهای بررسی شده در دو گروه لقاح با IVF و ICSI

متغیرها	کنترل(تعداد=۱۵)	بیمار(تعداد=۱۵)
تعداد تخمکهای IVF شده	۱۰/۰۶ ± ۲/۷	۱۳/۲ ± ۴/۵
تعداد جنینهای حاصل از IVF	۵/۴ ± ۲/۶	۶/۶ ± ۳/۸
تعداد تخمکهای ICSI شده	۹/۹ ± ۱/۸	۱۱/۲ ± ¾
تعداد جنینهای حاصل از ICSI	۶/۶ ± ۲/۴	۷/۱ ± ۲/۴
تعداد بلاستهای حاصل از IVF	۴/۱ ± ۲/۳	۴/۶ ± ۳/۳
تعداد بلاستهای حاصل از ICSI	۴/۷ ± ۲/۲	۵/۷ ± ۱/۲
مورفولوژی اسپرم	۹/۰۶ ± ۲/۰۱	۹/۵۳ ± ۱/۸۸
تحرک اسپرم	۵۳/۴ ± ۱۰/۲۷	۵۲ ± ۸/۲۷
تعداد اسپرم X10^6	۵۶/۰۶ ± ۶/۸۸	۵۷/۴ ± ۴/۸۹

بررسی میزان بیان ژن Sirt 1 در نمونه اسپرم مردان نابارور در مقایسه با گروه سالم

به منظور میزان بیان ژن Sirt 1 در گروه های مورد بررسی شامل دو گروه مردان نابارور و مردان سالم بارور، نمونه اسپرم با روش Real Time PCR مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج این بخش از مطالعه نشان داد که میانگین میزان بیان ژن Sirt 1 در گروه نابارور ۰/۰۰۵۰۶۶ ± ۰/۰۰۹۴۳۶ بود که در مقایسه با میانگین بیان این ژن در گروه کنترل به میزان ۰/۰۶۲۳۵ ± ۰/۰۶۰۸۵ از نظر آماری تفاوت معنیداری نشان داد (P<۰/۰۰۰۱). با توجه به نتایج به دست آمده مشخص شد که میزان بیان ژن Sirt 1 در نمونه اسپرم مردان نابارور از مردان بارور کمتر است (شکل ۲).

بررسی میزان همبستگی مرفولوژی و تعداد و حرکت اسپرم در نمونه مایع منی با میزان بیان ژن P53

به منظور بررسی ارتباط میان بیان ژن P53 و میزان مرفولوژی و تعداد و حرکت اسپرم، مقایسه همبستگی میان این پارامترها و بیان ژن P53 مورد نظر صورت گرفت. نتایج حاصل از آنالیز، همبستگی مستقیم ژن P53 با تعداد اسپرم (R=۰/۰۹۲۲۸، P=۰/۶۳۴۰) و تحرک اسپرم (R=۰/۱۹۴۹، P=۰/۳۴۰۱) و همبستگی معکوس با مرفولوژی اسپرم (R=۰/۲۶۴۹، P=۰/۲۸۸۰) را نشان داد، ولی این میزان همبستگی بین دو پارامتر از نظر آماری ارتباط معنیداری را نشان نداد (شکل ۳).

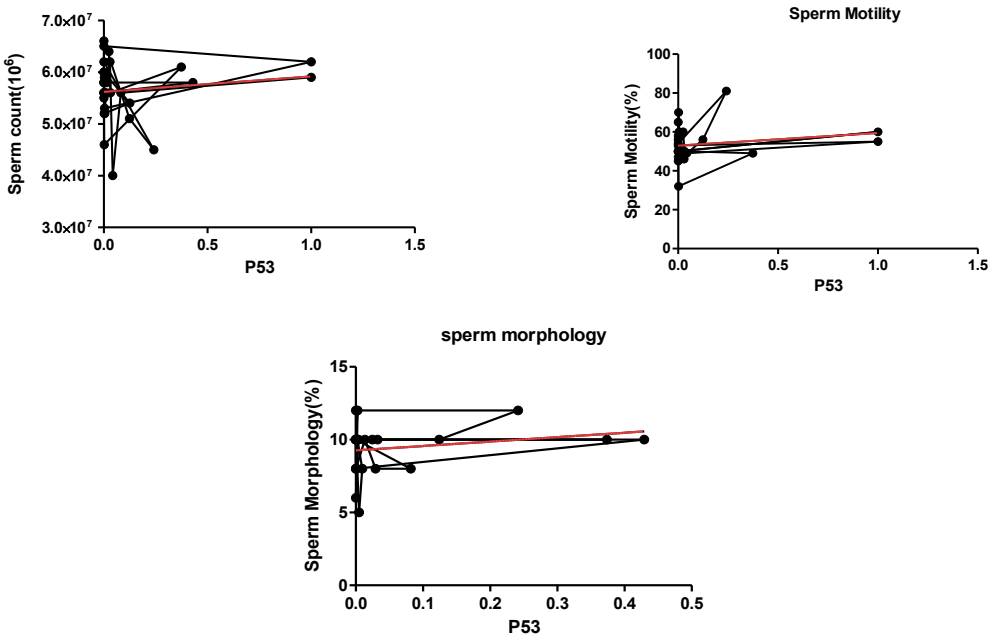
میزان همبستگی نرخ بلاستوسیست حاصل از IVF و ICSI با میزان بیان ژن P53

به منظور بررسی ارتباط میان بیان ژن P53 و نرخ بلاستوسیست حاصل از IVF و ICSI، مقایسه همبستگی میان این پارامتر و بیان ژن P53 مورد نظر صورت گرفت. نتایج حاصل از آنالیز، همبستگی مستقیم ژن P53 با نرخ بلاستوسیست حاصل از ICSI (R=۰/۳۳۴۴، P=۰/۱۱۸۹) و (R=۰/۲۲۸۳، P=۰/۲۵۲۱) را نشان داد، ولی این میزان همبستگی بین دو پارامتر از نظر آماری ارتباط معنیداری را نشان نداد. نتایج حاصل از آنالیز، همبستگی معکوس ژن P53 با نرخ بلاستوسیست حاصل از IVF (R=۰/۱۷۱۲، P=۰/۳۹) و (R=۰/۴۳۷۴، P=۰/۰۳۶۹) را نشان داد (شکل ۴).

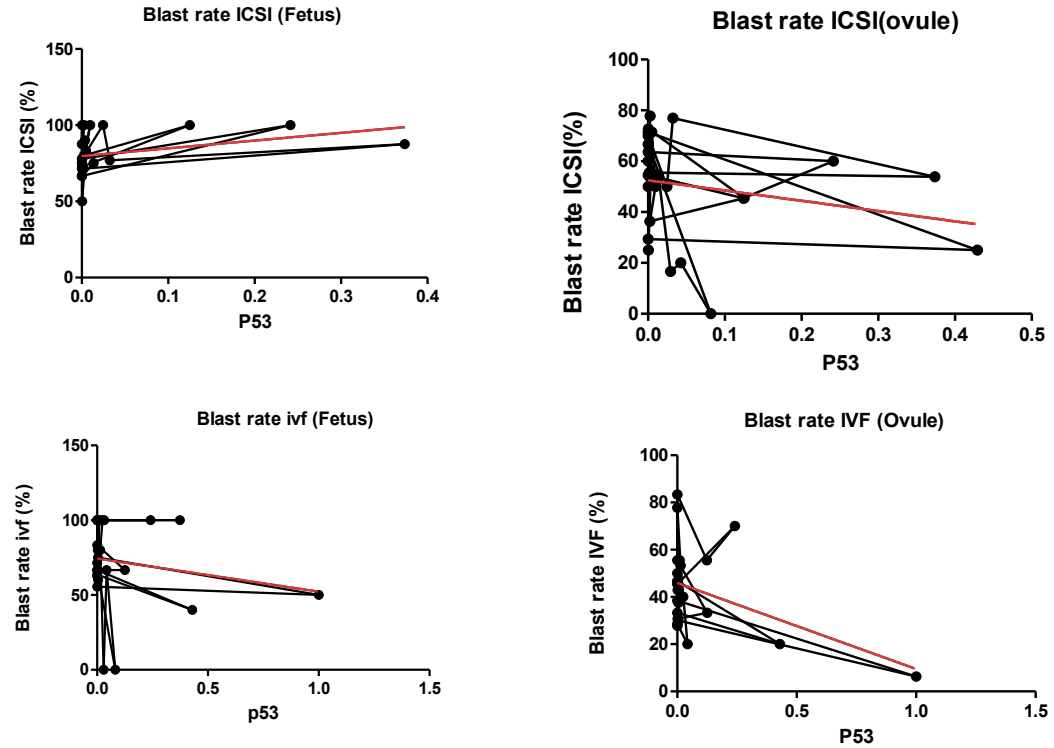
بررسی میزان همبستگی مرفولوژی و تعداد و حرکت اسپرم در نمونه مایع منی با میزان بیان ژن SIRT1

به منظور بررسی ارتباط میان بیان ژن SIRT1 و میزان مرفولوژی و تعداد و حرکت اسپرم، مقایسه همبستگی میان این پارامترها و بیان ژن SIRT1 مورد نظر صورت گرفت. نتایج حاصل از آنالیز، همبستگی مستقیم ژن SIRT1 با تعداد اسپرم (R=0.1707, P=0.3672) و تحرک اسپرم (P=0.0044 R=0.5602,) و مرفولوژی اسپرم (R=0.3250, P=0.1212) را نشان داد، ولی این میزان همبستگی بین دو پارامتر از نظر آماری ارتباط معنیداری را نشان نداد (شکل ۵).

[Downloaded from tmuj.iautmu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.10235922.1405.36.1.3.6]
[DOI: 10.66224/iau.36.1.23]

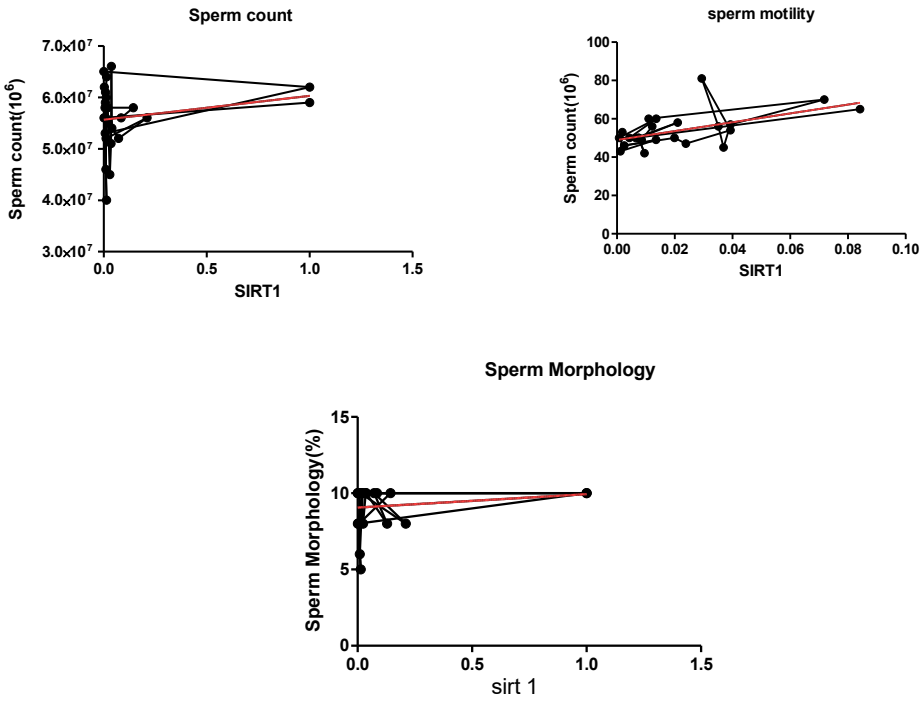


شکل ۳. بررسی میزان همبستگی مرفولوژی و تعداد و حرکت اسپرم در نمونه مایع منی با میزان بیان ژن P53. بیان ژن P53 با مرفولوژی و تعداد و حرکت اسپرم در دو جمعیت مردان بارور و نابارور با روش Regression مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان معنی داری در سطح ۰/۰۵ درصد در نظر گرفته شد. در هر گروه ۱۵ نمونه برای هر پارامتر ارزیابی شد.

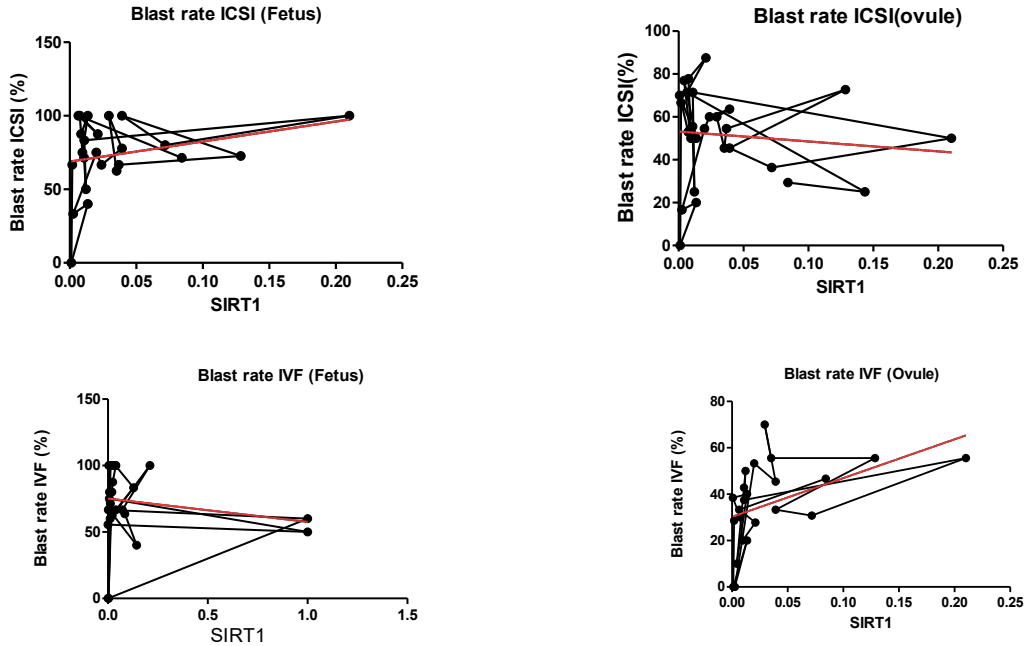


شکل ۴. بررسی میزان همبستگی نرخ بلاستوسیست حاصل از IVF و ICSI با میزان بیان ژن P53. بیان ژن P53 با نرخ بلاستوسیست حاصل از IVF و ICSI در دو جمعیت مردان بارور و نابارور با روش Regression مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان معنی داری در سطح ۰/۰۵ درصد در نظر گرفته شد. در هر گروه ۱۵ نمونه برای هر پارامتر ارزیابی شد.

[Downloaded from tmuj.iautmu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.10235922.1405.36.1.3.6]
[DOI: 10.66224/iau.36.1.23]



شکل۵. بررسی میزان همبستگی مرفولوژی و تعداد و حرکت اسپرم در نمونه مایع منی با میزان بیان ژن sirt1. بیان ژن sirt1 با مرفولوژی و تعداد و حرکت اسپرم در دو جمعیت مردان بارور و نابارور با روش Regression مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان معنی داری در سطح ۰/۰۵ درصد در نظر گرفته شد. در هر گروه ۱۵ نمونه برای هر پارامتر ارزیابی شد.



شکل ۶. بررسی میزان همبستگی نرخ بلاستوسیست حاصل از IVF و ICSI با میزان بیان ژن sirt1. بیان ژن sirt1 با نرخ بلاستوسیست حاصل از IVF و ICSI در دو جمعیت مردان بارور و نابارور با روش Regression مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان معنی داری در سطح ۰/۰۵ درصد در نظر گرفته شد. در هر گروه ۱۵ نمونه برای هر پارامتر ارزیابی شد.

[Downloaded from tmuj.iautmu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.10235922.1405.36.1.3.6]
[DOI: 10.66224/iau.36.1.23]

بررسی میزان همبستگی نرخ بلاستوسیست حاصل از IVF و ICSI با میزان بیان ژن SIRT1

به منظور بررسی ارتباط میان بیان ژن SIRT1 و نرخ بلاستوسیست حاصل از IVF و ICSI، مقایسه همبستگی میان این پارامتر و بیان ژن SIRT1 مورد نظر صورت گرفت. نتایج حاصل از آنالیز، همبستگی مستقیم ژن SIRT1 با نرخ بلاستوسیست حاصل از ICSI (R=0.2665, P=0.2081) و (R=0.1104, P=0.5758) را نشان داد، ولی این میزان همبستگی بین دو پارامتر از نظر آماری ارتباط معنیداری را نشان نداد. نتایج حاصل از آنالیز، همبستگی معکوس ژن P53 با نرخ بلاستوسیست حاصل از IVF (P=0. 3909, R=0.1625) و (R=0.4620, P=0.0265) را نشان داد (شکل ۶).

بحث

در این مطالعه مشاهده شد که میانگین سطح بیان P53 در مردان بارور به طور قابل توجهی کمتر از مردان نابارور است. این نتایج با تحقیقات اخیر همخوانی دارند و نشان می‌دهند که افزایش بیان P53 ممکن است به عنوان یک علامت نشان‌دهنده ناباروری در مردان در نظر گرفته شود (۹).این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار بود (P<۰/۰۰۰۱)، که تأکیدی بر اهمیت نتایج به دست آمده است. این یافته حاکی از آن است که فرآیندهای مرتبط با آپوپتوز (مرگ برنامه‌ریزی‌شده سلولی) در مردان نابارور نسبت به مردان بارور افزایش یافته است. ژن P53 به‌عنوان "محافظ ژنوم"، در پاسخ به آسیب‌های DNA فعال می‌شود و نقش اساسی در القای آپوپتوز و حفظ یکپارچگی سلولی ایفا می‌کند. افزایش بیان این ژن می‌تواند به‌عنوان یک مکانیسم دفاعی در برابر آسیب‌های ژنتیکی ناشی از استرس اکسیداتیو در نظر گرفته شود، اما در عین حال، فعالیت بیش‌ازحد آن ممکن است تأثیر منفی بر فرآیند اسپرم‌زایی داشته باشد. پروتئین‌های پیش‌آپوپتوتیک، مانند P53، ممکن است همچنین بر باروری مردان با القای آپوپتوز در پاسخ به تنش‌های مختلف تأثیر بگذارند. P53 در رونویسی پروتئین‌های پیش‌آپوپتوتیک دخالت دارد و به همین دلیل در موارد آسیب DNA در بافت‌های بیضه و سلول‌های اسپرم به‌طور قابل توجهی بالا می‌رود (۱۰). در این مطالعه، اگرچه به‌طور مستقیم به مکانیسم فسفریله شدن p53 و ارتباط آن با فرآیندهای سلولی اشاره نشده است، اما یافته‌های ما مبنی بر افزایش معنادار بیان ژن p53 در اسپرم مردان نابارور می‌تواند نشان‌دهنده فعال‌سازی مسیرهای وابسته به این پروتئین باشد. بر اساس مطالعات معتبر، p53 پس از فسفریله شدن در نقاط خاصی مانند Ser15 و Ser20، از تخریب توسط MDM2 جلوگیری کرده و با تجمع در هسته سلول، فرآیندهای کلیدی مانند آپوپتوز و ترمیم DNA را تنظیم می‌کند (۷, ۹) . در شرایط استرس اکسیداتیو که در ناباروری مردان شایع است، فسفریله شدن p53 منجر به فعال‌سازی مسیرهای آپوپتوزی از طریق افزایش بیان ژن‌های پیش‌آپوپتوزی مانند Bax و کاهش بیان عوامل ضدآپوپتوزی مانند Bcl-2 می‌شود (۶). همچنین، p53 فسفریله شده می‌تواند با تنظیم بیان ژن‌های درگیر در ترمیم DNA مانند p21، به حفظ یکپارچگی ژنومی کمک کند (۱۱). اگرچه در این پژوهش سطح فسفریله شده p53 اندازه‌گیری نشده است، اما افزایش کلی بیان این ژن می‌تواند نشان‌دهنده فعال‌شدن این مسیرها باشد. این موضوع با مطالعاتی که نشان داده‌اند در شرایط استرس اکسیداتیو، هم افزایش بیان و هم فسفریله شدن p53 رخ می‌دهد، همخوانی دارد (۱۰). به عنوان مثال Raimondo و همکارانش در ۲۰۱۴ با ارزیابی میزان P53 نشان دادند که میتوان از P53 بعنوان یک نشانگر برای اسپرماتوزواهای دارای آسیب DNA در انسان استفاده کرد (۱۱) .مطالعات مشابهی نیز افزایش بیان P53 را در اسپرم مردان نابارور گزارش کرده‌اند. به‌عنوان مثال، پژوهشی توسط Zhang و همکارانش (۲۰۱۹) نشان داد که استرس اکسیداتیو ناشی از آسیب‌های محیطی یا اختلالات سیستم آنتی‌اکسیدانی می‌تواند منجر به فعال‌سازی مسیرهای آپوپتوز و افزایش بیان P53 شود. این فرایند در نهایت کیفیت اسپرم و قابلیت باروری را کاهش می‌دهد (۱۲).از سوی دیگر، تحقیقات نشان داده‌اند که P53 از طریق تنظیم مسیرهای آپوپتوتیک داخلی، سلول‌های آسیب‌دیده را از چرخه تولیدمثلی حذف می‌کند. این مکانیسم می‌تواند در مردان نابارور بیش‌فعال باشد و به حذف گسترده سلول‌های اسپرم منجر شود. در مطالعه قبلی تأکید شد که افزایش بیان P53 اغلب با آسیب‌های DNA اسپرم و کاهش حرکت و مورفولوژی طبیعی اسپرم مرتبط است .افزایش بیان P53 در مردان نابارور ممکن است به دلیل عوامل استرس اکسیداتیو و آسیب به DNA و تنظیم مسیرهای سیگنالینگ آپوپتوز P53 از طریق افزایش بیان ژن‌هایی مانند Bax و کاهش بیان Bcl-2 باشد که تعادل بین بقا و مرگ سلولی را به سمت آپوپتوز پیش ببرد.این یافته‌ها نشان می‌دهد که ژن P53می‌تواند به‌عنوان یک نشانگر زیستی مهم برای ارزیابی کیفیت اسپرم و تشخیص ناباروری مردان مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر این، هدف قرار دادن مسیرهای مولکولی مرتبط با P53 ممکن است به توسعه روش‌های درمانی جدید برای بهبود کیفیت اسپرم و افزایش احتمال باروری کمک کند(۱۳).

[Downloaded from tmuj.iautmu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.10235922.1405.36.1.3.6]
[DOI: 10.66224/iau.36.1.23]

عامل دیگری که در باروری مردان دخیل است، SIRT1 است که اخیراً توجه زیادی را به خود جلب کرده است. SIRT1 به طور عمده در بخش هسته‌ای سلول‌های اسپرماتوژنی در بیضه قرار دارد. مدل‌های موش که فاقد SIRT1 ($SIRT1^{-/-}$) هستند، اسپرماتوژنز ضعیف، بلوغ غیرطبیعی اسپرم، کاهش اندازه اندام‌های تولید مثلی و ناهنجاری‌های مورفولوژیکی در اسپرم، مانند شکل‌های گرد و دم‌های جداشده را نشان می‌دهند که منجر به افزایش تخریب و آپوپتوز می‌شود (۱۴). مطالعات بر روی SIRT1 تأکید دارند که این پروتئین در کنترل تنظیمات پس از ترجمه‌ای کروماتین نقش دارد. در موش‌های نر که SIRT1 حذف شده است، بیضه‌ها کوچک‌تر و تمایز سلول‌های جرمی مختل می‌شود، که منجر به کاهش تعداد اسپرم و باروری می‌شود. این نقایص بیشتر به دلیل اختلالات در فرآیند گذار پروتامین، مرحله‌ای حیاتی برای تراکم کروماتین و مورفولوژی اسپرم، به وجود می‌آیند. به عبارت دیگر، SIRT1 با تراکم مناسب کروماتین و مورفولوژی طبیعی اسپرم مرتبط است و این ارتباط برای حفظ باروری طبیعی حیاتی است(۱۵) .مطالعه ما نیز هم‌سو با یافته‌های اخیر بوده و نشان داد که سطح بیان SIRT1 در مردان بارور سالم بیشتر بود، در حالی که این سطح در مردان نابارور به طور قابل توجهی کمتر بود. این کاهش نشان‌دهنده نقش مهم SIRT1 در فرآیندهای بلوغ و باروری اسپرم در مردان است. علاوه بر این، این ارتباط از نظر آماری معنادار بود (P<۰/۰۰۰۱)، که اهمیت نتایج به دست آمده را نشان میدهد. کاهش بیان ژن SIRT1 در نمونه‌های اسپرم مردان نابارور نسبت به مردان بارور، نشان‌دهنده اختلال در فرآیندهای تنظیمی مرتبط با بقای سلولی، استرس اکسیداتیو و فعالیت میتوکندریایی در اسپرم مردان نابارور است.

SIRT1، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تنظیم‌کننده‌های سلولی، در مسیرهای حیاتی متعددی نقش دارد؛ از جمله تنظیم پاسخ‌های آنتی‌اکسیدانی، تنظیم انرژی سلولی و محافظت در برابر آسیب‌های مرتبط با استرس اکسیداتیو . کاهش بیان این ژن می‌تواند نقش مهمی در افت کیفیت اسپرم و کاهش توان باروری مردان نابارور ایفا کند.مطالعات متعددی کاهش بیان SIRT1 را با ناباروری مردان مرتبط دانسته‌اند. برای مثال، پژوهش انجام‌شده قبلی نشان داد که کاهش SIRT1 در اسپرم‌ها منجر به آسیب‌های اکسیداتیو شدیدتر و کاهش عملکرد میتوکندریایی می‌شود(۱۶). همچنین، مطالعه‌ای توسط Mao و همکاران (2019) گزارش داد که بیان پایین SIRT1 می‌تواند موجب افزایش تجمع گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) شود که با تخریب DNA و کاهش حرکت اسپرم مرتبط است(۱۷).

SIRT1نقش کلیدی در جلوگیری از آپوپتوز دارد و با تنظیم ژن‌هایی همچون P53 و FOXO3، بقای سلولی را تضمین می‌کند. کاهش بیان SIRT1 می‌تواند تعادل بین بقا و مرگ سلولی را مختل کرده و منجر به حذف اسپرم‌های سالم شود (۱۸). SIRT1 با فعال‌سازی PGC-1α عملکرد میتوکندری را بهبود می‌بخشد. کاهش بیان این ژن می‌تواند منجر به کاهش تولید انرژی در اسپرم‌ها و افت حرکت آن‌ها شود(۱۹).ارتباط متقابل این دو ژن از اهمیت بالایی برخوردار است. SIRT1 از طریق مهار مستقیمP53 ، آپوپتوز را کنترل می‌کند و به بقای سلول‌های سالم کمک می‌کند. کاهش بیان SIRT1 در مردان نابارور ممکن است منجر به افزایش فعالیت P53 و تشدید مرگ سلولی در اسپرم شود.

در این مطالعه، اگرچه ارتباط آماری معنیداری بین میزان بیان ژن‌های p53 و SIRT1 با پارامترهای اسپرمی شامل مورفولوژی، تعداد و حرکت اسپرم مشاهده نشد، اما می‌توان این نتایج را در چارچوب مکانیسم‌های مولکولی مرتبط با استرس اکسیداتیو تفسیر کرد. استرس اکسیداتیو از طریق ایجاد آسیب DNA در اسپرم منجر به فعال شدن مسیر وابسته به p53 می‌شود که این فعال شدن به نوبه خود می‌تواند باعث القای آپوپتوز و کاهش کیفیت اسپرم گردد (۶). از سوی دیگر، کاهش بیان SIRT1 که به عنوان یک پروتئین داستیلاز نقش محافظتی در برابر استرس اکسیداتیو ایفا می‌کند، ممکن است منجر به تجمع گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) و تشدید آسیب اکسیداتیو در اسپرم شود(۵). نکته قابل توجه این است که تغییرات مولکولی ناشی از استرس اکسیداتیو اغلب در مراحل اولیه و قبل از ظهور تغییرات قابل مشاهده در پارامترهای استاندارد اسپرمی رخ می‌دهند که این موضوع می‌تواند دلیل عدم مشاهده همبستگی معنادار در این مطالعه باشد. علاوه بر این، وجود سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی درون‌زا در اسپرم ممکن است تا حدی اثرات منفی استرس اکسیداتیو را خنثی کند، حتی در شرایطی که تغییرات در بیان ژن‌های کلیدی مانند p53 و SIRT1 رخ داده باشد. این یافته‌ها با مطالعات قبلی که نشان داده‌اند آسیب‌های اکسیداتیو می‌توانند بر کیفیت اسپرم تأثیر بگذارند، همسو است. مهم‌ترین محدودیت این مطالعه، عدم ارزیابی مستقیم مکانیسم‌های مولکولی مانند وضعیت فسفریله شدن p53، سنجش مارکرهای آپوپتوز یا اندازه‌گیری مستقیم سطح استرس اکسیداتیو است که می‌توانست درک بهتری از چگونگی تأثیر این تغییرات بر کیفیت اسپرم ارائه دهد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده با طراحی نمونه‌های بزرگتر، استفاده از چندین ژن مرجع و ارزیابی همزمان پروتئین‌های مرتبط، این

[Downloaded from tmuj.iautmu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.10235922.1405.36.1.3.6]
[DOI: 10.66224/iau.36.1.23]

محدودیت‌ها برطرف شوند. بررسی ارتباط این تغییرات مولکولی با نتایج بالینی مانند نرخ بارداری و تولد زنده نیز می‌تواند به درک بهتر اهمیت بالینی این یافته‌ها کمک کند.

در نتیجه، این پژوهش شواهدی ارائه می‌دهد که افزایش بیان P53و کاهش بیان SIRT1 در مردان نابارور با کاهش کیفیت اسپرم مرتبط است. تنظیم تعادل این ژن‌ها می‌تواند نقش حیاتی در مدیریت ناباروری مردان داشته باشد و می‌تواند هدفی بالقوه برای درمان ناباروری مردان باشد. مداخلات مبتنی بر آنتی‌اکسیدان‌ها یا داروهایی که تعادل بین این دو ژن را بازگردانند، ممکن است به بهبود کیفیت اسپرم و افزایش احتمال باروری کمک کنند.

REFERENCES

1. Khawar MB, Sohail AM, Li W. SIRT1: A key player in male reproduction. Life 2022;12:318.
2. Tatone C, Di Emidio G, Barbonetti A, Carta G, Luciano AM, Falone S, et al. Sirtuins in gamete biology and reproductive physiology: emerging roles and therapeutic potential in female and male infertility. Hum Reprod Update 2018;24:267–89.
3. Bell EL, Nagamori I, Williams EO, Del Rosario AM, Bryson BD, Watson N, et al. SirT1 is required in the male germ cell for differentiation and fecundity in mice. Development 2014;141:3495–504.
4. Alam F, Syed H, Amjad S, Baig M, Khan TA, Rehman R. Interplay between oxidative stress, SIRT1, reproductive and metabolic functions. Curr Res Physiol 2021;4:119–24.
5. Park S-A, Joo N-R, Park J-H, Oh S-M. Role of the SIRT1/p53 regulatory axis in oxidative stress-mediated granulosa cell apoptosis. Mol Med Rep 2021;23:20.
6. Li J, Huang X, Luo L, Sun J, Guo Q, Yang X, et al. The role of p53 in male infertility. Front Endocrinol 2024;15:1457985.
7. Kang H-J, Rosenwaks Z. p53 and reproduction. Fertil Steril 2018;109:39–43.
8. Xu X, Wang Z, Lv L, Liu C, Wang L, Sun Y-n, et al. Molecular regulation of DNA damage and repair in female infertility: a systematic review. Reprod Biol Endocrinol 2024;22:103.
9. Raimondo S, Gentile T, Gentile M, Morelli A, Donnarumma F, Cuomo F, et al. p53 protein evaluation on spermatozoa DNA in fertile and infertile males. J Hum Reprod Sci 2019;12:114-21.
10. Govindhasamy R, Govindhasamy P, Vanga R, Burute P. Role of TP53 gene polymorphism in male infertility. International Journal of Infertility & Fetal Medicine. 2021;12(2):44–8.
11. Raimondo S, Gentile T, Cuomo F, De Filippo S, Aprea GE, Guida J. Quantitative evaluation of p53 as a new indicator of DNA damage in human spermatozoa. J Hum Reprod Sci 2014;7:212–7.
12. Zhang X, Xia Q, Wei R, Song H, Mi J, Lin Z, et al. Melatonin protects spermatogonia from the stress of chemotherapy and oxidation via eliminating reactive oxidative species. Free Radic Biol Med 2019;137:74–86.
13. Mashayekhi F, Hadiyan S. A single-nucleotide polymorphism in TP53 may be a genetic risk factor for Iranian patients with idiopathic male infertility. Andrologia 2012;44:560–4.
14. Loganathan C, Kannan A, Panneerselvam A, Mariajoseph-Antony LF, Kumar SA, Anbarasu K, et al. The possible role of sirtuins in male reproduction. Mol Cell Biochem 2021;476:2857–67.
15. Iniesta-Cuerda M, Havránková J, Řimnáčová H, García-Álvarez O, Nevoral J. Male SIRT1 insufficiency leads to sperm with decreased ability to hyperactivate and fertilize. Reprod Domest Anim 2022;57:72–7.
16. Wahab F, Rodriguez Polo I, Behr R. SIRT1 expression and regulation in the primate testis. Int J Mol Sci 2021;22:3207.
17. Mao B-P, Li L, Yan M, Ge R, Lian Q, Cheng CY. Regulation of BTB Dynamics in Spermatogenesis—Insights From the Adjudin Model. Toxicol Sci 2019;172:75–88.
18. Pańczyszyn A, Boniewska-Bernacka E, Wertel I, Sadakierska-Chudy A, Goc A. Telomeres and SIRT1 as Biomarkers of Gamete Oxidative Stress, Fertility, and Potential IVF Outcome. Int J Mol Sci 2024;25:8652.
19. Ye F, Wu L, Li H, Peng X, Xu Y, Li W, et al. SIRT1/PGC-1α is involved in arsenic-induced male reproductive damage through mitochondrial dysfunction, which is blocked by the antioxidative effect of zinc. Environ Pollut 2023;320:121084.

[Downloaded from tmuj.iautmu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.10235922.1405.36.1.3.6]
[DOI: 10.66224/iau.36.1.23]