

نقش تغذیه در سلامت زنان فعال و ورزشکار: کمبود انرژی نسبی (REDs)، اختلالات قاعدگی و عملکرد ورزشی

بهاره فرضی^۱، آزاده فرضی^۲

^۱ کارشناس تغذیه و دانشجوی کارشناسی ارشد تغذیه ورزشی دانشگاه تبریز، Bahareh.farzi@gmail.com

^۲ کارشناس تغذیه مرکز بهداشت رامشیر دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، Azade.farzi1988@gmail.com

چکیده - کمبود انرژی نسبی در ورزش (RED-S) یکی از چالش‌های اساسی سلامت زنان ورزشکار است که از عدم تعادل بین انرژی دریافتی و انرژی موردنیاز برای تمرینات بدنی ناشی می‌شود. کاهش انرژی در دسترس (LEA) می‌تواند پیامدهای گسترده‌ای بر عملکرد فیزیولوژیک، سیستم هورمونی و سلامت باروری داشته باشد. شواهد نشان می‌دهد که اختلالات قاعدگی - از جمله آمنوره، اولیگوآمنوره و چرخه‌های نامنظم - از شایع‌ترین پیامدهای LEA هستند و حتی دوره‌های کوتاه‌مدت کمبود انرژی می‌توانند محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-تخمندان را مختل کنند. این اختلالات علاوه بر پیامدهای هورمونی، عملکرد ورزشی را نیز از طریق کاهش قدرت عضلانی، استقامت، توان ریکاوری و افزایش خطر آسیب تحت تأثیر قرار می‌دهند. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که شیوع اختلالات قاعدگی در نوجوانان ورزشکار قابل توجه است و می‌تواند بر رشد استخوان، بلوغ بیولوژیک و آینده ورزشی آنان اثرات بلندمدت بگذارد. بنابراین، پایش انرژی، ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای، و مداخلات آموزشی برای ورزشکاران، مربیان و خانواده‌ها اهمیت حیاتی دارند. شناسایی زودهنگام RED-S و تنظیم برنامه‌های تغذیه‌ای شخصی‌سازی شده می‌تواند از پیامدهای بالینی و عملکردی جلوگیری کرده و سلامت بلندمدت زنان ورزشکار را تضمین کند.

کلید واژه - RED-S، LEA، اختلالات قاعدگی، تغذیه ورزشی، سلامت هورمونی

حساسیت بیشتر سیستم هورمونی و فیزیولوژی تولیدمثل، در معرض خطر بالاتری هستند.

۱- مقدمه

کمبود انرژی نسبی با اختلالات قاعدگی ارتباط نزدیکی دارد. اختلالات قاعدگی شامل آمنوره اولیه یا ثانویه، سیکل‌های نامنظم و اختلالات هورمونی است که می‌تواند ناشی از کاهش انرژی دریافتی نسبت به میزان مصرف در ورزشکاران زن باشد. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که حتی کمبود انرژی کوتاه‌مدت می‌تواند تعادل هورمونی را مختل کرده و منجر به اختلال عملکرد تخمدان‌ها شود. به عنوان مثال، سطح هورمون‌های جنسی مانند استروژن و پروژسترون کاهش یافته و این موضوع پیامدهای متعددی برای سلامت استخوان و قلب-عروق دارد. علاوه بر این، اختلالات قاعدگی ناشی از RED-S می‌تواند باعث کاهش کیفیت خواب، افزایش استرس اکسیداتیو و کاهش توانایی ریکاوری عضلات شود که مستقیماً عملکرد ورزشی را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۲]. بنابراین، پایش وضعیت انرژی و برنامه‌ریزی تغذیه‌ای مناسب در زنان ورزشکار برای پیشگیری از RED-S و اختلالات مرتبط ضروری است.

سلامت زنان ورزشکار تحت تأثیر عوامل متعددی قرار دارد که تغذیه و تعادل انرژی یکی از مهم‌ترین آن‌ها محسوب می‌شود. کمبود انرژی نسبی یا Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S) به عنوان یک سندرم بالینی مطرح است که ناشی از دریافت انرژی کمتر از نیاز بدن نسبت به میزان فعالیت بدنی است. این وضعیت می‌تواند طیف وسیعی از پیامدهای فیزیولوژیک، هورمونی و متابولیک ایجاد کند و عملکرد ورزشی را تحت تأثیر قرار دهد. تعریف و چارچوب RED-S توسط کمیته بین‌المللی المپیک به صورت یکپارچه ارائه شده است و شامل پیامدهای متعدد از جمله کاهش تراکم استخوان، اختلالات قاعدگی، کاهش عملکرد عضلانی و افزایش ریسک آسیب‌های ورزشی می‌باشد [۱]. این سند همچنین تأکید می‌کند که RED-S تنها محدود به ورزشکاران زن نبوده، بلکه مردان ورزشکار نیز می‌توانند تحت تأثیر این وضعیت قرار بگیرند، اما زنان به دلیل

است. این یافته ها به ویژه در ورزشکاران نوجوان حساس تر است و نیازمند برنامه ریزی دقیق و آگاهانه تغذیه ای و آموزشی برای ورزشکاران، مربیان و خانواده ها می باشد [۱-۳].

۲- مواد و روش ها

این مطالعه مروری با هدف بررسی نقش تغذیه و کمبود انرژی نسبی (RED-S) در سلامت زنان ورزشکار و اختلالات قاعدگی و عملکرد ورزشی انجام شد. برای این منظور، مطالعات منتشر شده بین سال های ۲۰۲۳ تا ۲۰۲۵ که شامل داده های مربوط به زنان ورزشکار نوجوان و بزرگسال بودند، شناسایی و تحلیل شدند. معیارهای انتخاب مقالات شامل مقالات مروری، مطالعات بالینی، گزارش های کمیته های بین المللی و پژوهش های جمعیت شناسی بود که اطلاعات دقیق درباره کمبود انرژی، اختلالات قاعدگی و پیامدهای عملکرد ورزشی ارائه می کردند. داده ها در سه حوزه اصلی تحلیل شدند: ارزیابی کمبود انرژی و شیوع RED-S، اختلالات قاعدگی و پیامدهای هورمونی، و اثرات بر عملکرد ورزشی و ریسک آسیب ها. اطلاعات کمی شامل میزان انرژی دریافتی، شاخص توده بدنی، درصد چربی بدن، سطح هورمون های جنسی و شاخص های عملکردی ورزشکاران جمع آوری شد. داده های کیفی شامل گزارش های بالینی، پرسشنامه ها و مطالعات موردی برای تکمیل تصویر وضعیت RED-S استفاده شد. [۴]. مطالعات شامل طراحی های مقطعی و طولی بودند. طراحی مقطعی به بررسی شیوع اختلالات قاعدگی و ارتباط آن با فعالیت بدنی و دریافت انرژی می پرداخت، در حالی که مطالعات طولی اثرات طولانی مدت کمبود انرژی و اختلالات هورمونی را طی فصل ورزشی رصد کردند [۵]. همچنین، برخی مطالعات مداخلات تغذیه ای و آموزشی را بررسی کردند تا اثرات کاهش ریسک RED-S و بهبود وضعیت عملکرد ورزشکاران را مشخص کنند [۵].

برای تحلیل داده ها، بر اساس سن، نوع ورزش، شدت فعالیت و وضعیت انرژی طبقه بندی شدند تا تحلیل دقیق و هدفمند ارائه شود [۱][۲][۴]. داده های استخراج شده در جداول خلاصه شدند

شیوع اختلالات قاعدگی در زنان ورزشکار نوجوان نیز بسیار قابل توجه است. بر اساس بررسی های انجام شده در ورزشکاران نوجوان، بیش از ۳۰٪ از دختران ورزشکار درگیر انواعی از اختلالات قاعدگی هستند که عمدتاً با فعالیت شدید بدنی و کمبود انرژی مرتبط است. این یافته ها نشان می دهد که نوجوانان ورزشکار، به ویژه در رشته هایی که کنترل وزن اهمیت دارد مانند ژیمناستیک، دو و میدانی و رقص، بیشتر در معرض خطر RED-S و اختلالات هورمونی قرار دارند. به علاوه، کاهش انرژی و اختلالات قاعدگی در این گروه سنی می تواند تأثیر طولانی مدتی بر بلوغ استخوانی، رشد قد و عملکرد ورزشی آینده داشته باشد. مطالعات اخیر تأکید می کنند که مداخلات تغذیه ای به موقع، برنامه ریزی انرژی و آموزش ورزشکاران و مربیان می تواند اثرات منفی RED-S را کاهش دهد و سلامت بلندمدت ورزشکاران زن را تضمین کند [۳]. شکل ۱- نشان می دهد که کمبود انرژی در دسترس (LEA) (Low Energy Availability) در ورزشکاران زن در یک طیف قرار دارد، این پیامدها شامل اختلالات قاعدگی، کاهش تراکم استخوان، پیامدهای متابولیک و مسائل روانی می شود.



شکل ۱- مدل مفهومی سلامت RED-S در ورزشکاران زن [۱]. مطالعات اخیر، اهمیت تغذیه مناسب و پایش انرژی در زنان ورزشکار از نظر پیشگیری از RED-S و اختلالات قاعدگی، حفظ عملکرد ورزشی و تضمین سلامت بلندمدت غیرقابل چشم پوشی

۳- نتایج و بحث

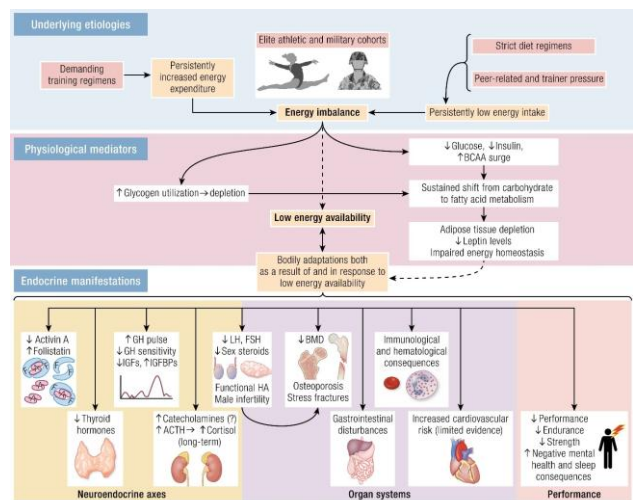
۳-۱- شیوع کمبود انرژی نسبی و پیامدهای آن

تحقیقات نشان می‌دهند که کمبود انرژی نسبی (RED-S) در زنان ورزشکار، به ویژه در گروه‌های سنی نوجوان و ورزشکاران حرفه‌ای، یک مسئله شایع است که پیامدهای مهمی برای سلامت و عملکرد ورزشی دارد. شواهد نشان می‌دهد که بیش از ۳۰٪ زنان ورزشکار حرفه‌ای شاخص‌های کاهش مصرف انرژی نسبت به نیازهای روزانه، کاهش توده چربی بدن و تغییرات هورمونی قابل توجه را تجربه می‌کنند [۶]. علاوه بر این، ورزشکاران زن در رشته‌هایی با فشار تمرینی بالا، مانند دو و میدانی و ژیمناستیک، در معرض بالاترین میزان خطر کمبود انرژی هستند [۷]. شدت تمرین و تمرکز بر کنترل وزن، به ویژه در ورزش‌هایی که زیبایی اندام یا وزن ایده‌آل اولویت دارد، به طور مستقیم با میزان انرژی دریافتی و خطر RED-S مرتبط است [۱۰]. کمبود انرژی تنها بر وزن و ترکیب بدن اثر نمی‌گذارد، بلکه تغییرات فیزیولوژیک گسترده‌ای ایجاد می‌کند که شامل کاهش هورمون‌های جنسی، تغییرات متابولیک و کاهش عملکرد ورزشی است. این تغییرات می‌توانند سلامت استخوان و عضله را در طولانی‌مدت تحت تأثیر قرار دهند و ورزشکار را در معرض آسیب‌های مزمن قرار دهند.

۳-۲- اختلالات قاعدگی و پیامدهای هورمونی

ارتباط بین RED-S و اختلالات قاعدگی در زنان ورزشکار کاملاً مستند شده است. کمبود انرژی می‌تواند منجر به اختلالاتی مانند آمنوره یا اولیگوآمنوره شود که شیوع آن‌ها در زنان ورزشکار نوجوان بین ۲۰ تا ۳۰٪ گزارش شده است [۸][۳]. این اختلالات هورمونی شامل کاهش سطح استروژن و پروژسترون هستند و پیامدهای گسترده‌ای برای سلامت استخوان و عملکرد عضلانی دارند. تحقیقات نشان می‌دهند که کاهش هورمون‌های جنسی ناشی از RED-S می‌تواند به کاهش تراکم استخوان، افزایش خطر شکستگی و کاهش قدرت عضلانی منجر شود [۷]. پایش منظم چرخه قاعدگی و شاخص‌های هورمونی برای تشخیص زودهنگام و پیشگیری از پیامدهای بلندمدت ضروری است.

تا مقایسه و تحلیل روندها و پیامدهای فیزیولوژیک و بالینی آسان‌تر گردد. تصاویر و نمودارها برای توضیح بهتر روندها و یافته‌ها به کار گرفته شدند. شکل-۲ نشان‌دهنده مسیرهای فیزیولوژیک RED-S و اثرات کمبود انرژی بر سیستم‌های مختلف بدن است. که به درک بهتر اثرات RED-S و اختلالات مرتبط کمک می‌کنند و یک نمای جامع از پیامدهای کمبود انرژی ارائه می‌دهند.



شکل ۲ - اختلالات قاعدگی و ارتباط با انرژی دریافتی [۴].

برای بررسی نقش تغذیه و دسترسی انرژی در زنان ورزشکار، مطالعات مختلف بر روی شاخص‌های دسترسی انرژی پایین (Low Energy Availability, LEA) و پیامدهای آن بر سلامت و عملکرد ورزشی مورد بررسی قرار گرفتند. این مطالعات برای شناسایی ورزشکاران در معرض کمبود انرژی استفاده کرده‌اند و با ارزیابی شاخص‌های بالینی شامل اختلالات قاعدگی، تغییرات وزن، شاخص توده بدنی، فعالیت ورزشی و عوامل سبک زندگی، ارتباط بین کمبود انرژی نسبی (RED-S) و پیامدهای سلامت و عملکرد ورزشی مشخص شده است. روش‌های مورد استفاده شامل بررسی مقطعی، مطالعه طولی و تحلیل‌های مشاهده‌ای بود که امکان مقایسه ورزشکاران با ریسک پایین و بالا از نظر LEA و اختلالات قاعدگی را فراهم می‌کند. این داده‌ها پایه‌ای برای تحلیل اثرات تغذیه و مدیریت انرژی بر سلامت زنان ورزشکار و ارائه توصیه‌های تغذیه‌ای و ورزشی محسوب می‌شوند.

۳-۳- تأثیرات RED-S بر عملکرد ورزشی

کمبود انرژی تأثیرات مشهودی بر شاخص های عملکرد ورزشکاران دارد. ورزشکاران زن مبتلا به RED-S کاهش توان انفجاری، کاهش استقامت و افزایش خستگی را در طول تمرینات شدید تجربه می کنند را دارد. کاهش کوتاه مدت انرژی نیز می تواند ظرفیت بازیابی عضلات را کاهش داده و ریسک آسیب های میکروتروما تیک را افزایش دهد [۱۱]. همچنین ورزشکارانی که شاخص انرژی پایینی دارند، عملکرد قلبی-عروقی پایین تر و افزایش شاخص های استرس اکسیداتیو را نشان می دهند [۹][۷]. کاهش انرژی دریافتی با کاهش ظرفیت استقامت و VO_{2max} مرتبط است و توانایی ورزشکار در تمرینات طولانی مدت و مسابقات را محدود می کند [۳].

۳-۴- عوامل خطر مرتبط با RED-S

عوامل خطر RED-S شامل سن، نوع ورزش، شدت تمرین و فشار روانی هستند. نوجوانان ورزشکار در رشته هایی که کنترل وزن و تمرکز بر اندام مهم است، بیشترین ریسک کمبود انرژی را دارند همچنین سطح آگاهی تغذیه ای، دسترسی به مشاور تغذیه و پایش منظم چرخه قاعدگی نقش مهمی در کاهش خطر RED-S دارند. ورزشکارانی که آموزش تغذیه دریافت کرده و شاخص های انرژی آن ها پایش می شود، احتمال کمتری برای تجربه پیامدهای بالینی ناشی از RED-S دارند [۱۰].

۳-۵- مداخلات تغذیه ای و پایش سلامت

مطالعات اخیر اهمیت مداخلات تغذیه ای و پایش سلامت زنان ورزشکار را برجسته کرده اند. برنامه ریزی غذایی شخصی سازی شده و آموزش تغذیه می تواند خطر RED-S را کاهش دهد. پایش چرخه قاعدگی و شاخص LEAF برای شناسایی زودهنگام کمبود انرژی و پیشگیری از پیامدهای هورمونی و عملکردی ضروری است.

همکاری میان تیم های پزشکی، مربیان و متخصصان تغذیه و روانشناسی ورزشی یک رویکرد جامع برای پیشگیری و مدیریت RED-S ارائه می دهد [۶][۷][۱۱]. در این رویکرد، ورزشکاران به صورت دوره ای از نظر مصرف انرژی، شاخص LEAF و وضعیت هورمونی پایش می شوند و مداخلات تغذیه ای متناسب با نیاز فرد ارائه می گردد.

بررسی علل اختلالات قاعدگی در زنان ورزشکار نشان می دهد که بخش مهمی از ناهنجاری های چرخه قاعدگی، به ویژه آمنوره عملکردی، در ارتباط مستقیم با کاهش انرژی در دسترس (LEA) قرار دارد. همان طور که علل آمنوره و اختلالات قاعدگی گزارش شده توسط کالکاترا و همکاران آمده است، اختلالات محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-تخمدان (HPO) در اثر استرس، بیماری مزمن یا عوامل عملکردی مانند LEA، شایع ترین علت آمنوره در زنان فعال محسوب می شود. اگرچه این جدول مجموعه ای از علل ساختاری، تومورال یا تخمدانی مانند سندرم آشرمن، نارسایی زودرس تخمدان یا هیپرپرولاکتینمی را نیز در بر می گیرد، اما در ورزشکاران، غالب موارد ناشی از اختلال عملکرد هیپوتالاموس در پاسخ به کمبود انرژی است. کاهش انرژی دریافتی موجب کاهش ترشح GnRH و به دنبال آن افت FSH/LH شده و چرخه قاعدگی سرکوب می شود. بنابراین استفاده از یافته های این جدول در مطالعات RED-S کمک می کند که میان علل ساختاری و علل عملکردی مرتبط با وضعیت تغذیه تمایز گذاشته شود و نقش تأمین انرژی کافی به عنوان مداخله اصلی در پیشگیری و اصلاح اختلالات قاعدگی در زنان ورزشکار برجسته تر شود.

۴- نتیجه گیری

کمبود انرژی نسبی (RED-S) در زنان ورزشکار یک مشکل رایج و تأثیرگذار است که می تواند باعث کاهش عملکرد، اختلالات هورمونی، مشکلات قاعدگی، افت سلامت استخوان و افزایش خطر آسیب شود. شناسایی زودهنگام آن از طریق پایش چرخه قاعدگی، شاخص LEAF و ارزیابی دریافت انرژی، همراه با برنامه های تغذیه ای شخصی سازی شده و آموزش ورزشکاران و مربیان، نقش مهمی در پیشگیری از پیامدهای آن دارد. استفاده از یک رویکرد چندجانبه شامل متخصص تغذیه، پزشک ورزشی، روانشناس و مربی، همراه با پایش منظم وضعیت انرژی، ترکیب بدن و عملکرد، می تواند به بهبود سلامت، کاهش اختلالات قاعدگی و افزایش کارایی ورزشی کمک کند و باید به عنوان یک بخش اساسی از سیاست های باشگاه ها و فدراسیون ها در مدیریت RED-S در نظر گرفته شود.



۵- سیاست‌گذاری

از مادرم به‌خاطر حمایت‌های بی‌دریغ و همراهی‌های عاطفی‌اش در طول انجام این پژوهش سپاسگزارم. همچنین از برادرم به‌خاطر پشتیبانی و دلگرمی‌های همیشگی‌اش قدردانی می‌کنم.

مراجع

- [1] M. Mountjoy, K. E. Ackerman, et al., "IOC consensus statement on Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S)," 2023. Available: <https://stillmed.olympics.com/media/Documents/Athletes/Medical-Scientific/Consensus-Statements/REDs/BJSM-IOC-consensus-statement-on-Relative-Energy-Deficiency-in-Sport-REDs.pdf>
- [2] [2] K. E. Ackerman, M. A. Rogers, I. A. Heikura, L. M. Burke, T. Stellingwerff, A. C. Hackney, E. Verhagen, S. Schley, G. H. Saville, M. Mountjoy, B. Holtzman, "Methodology for studying Relative Energy Deficiency in Sport (REDs): a narrative review by a subgroup of the International Olympic Committee (IOC) consensus on REDs," British J. Sports Med., vol. 57, no. 17, pp. 1136–1146, 2023. Available: <https://bjsm.bmj.com/content/bjsports/57/17/1136.full.pdf>
- [3] [3] V. Calcaterra, A. Rossi, F. Pelicciari, et al., "Menstrual dysfunction in adolescent female athletes: a narrative review," Sports, vol. 12, no. 2, pp. 245, 2024. Available: <https://air.unimi.it/retrieve/e8addc66-ef7d-49f4-8dcd-471933333238/sports-12-00245-v2.pdf>
- [4] [4] A. M. Angelidi, E. Saville, et al., "Low energy availability and female athlete health: a narrative review," Endocrine Rev., vol. 45, no. 5, pp. 676–703, 2024. Available: <https://academic.oup.com/edrv/article/45/5/676/7629683>
- [5] [5] L. F. DeJong Lempke, et al., "Prevalence and determinants of menstrual dysfunction in female athletes," Front. Public Health, 2024. Available: <https://www.frontiersin.org/journals/public-health/articles/10.3389/fpubh.2024.1411724/pdf>
- [6] [6] J. S. Jeppesen, L. M. Burke, et al., "Short-Term Severe Low Energy Availability in Athletes: Physiological Implications," PMC, 2025.
- [7] [7] A. Meyer, C. Roberts, et al., "Characterization of athletes referred to RED-S multidisciplinary clinic," Nutrients, vol. 17, no. 2, pp. 228, 2025. Available: <https://www.mdpi.com/2072-6643/17/2/228>
- [8] [8] Frontiers in Sport Sci., 2024, "Menstrual cycles and performance in elite athletes: longitudinal survey," 1296189. Available: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fspor.2024.1296189/full>
- [9] [9] K. L. Smulligan, et al., "Association between low energy availability risk and in-season injuries in female adolescent athletes," ScienceDirect, 2025. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/SXXXXX>
- [10] [10] ResearchGate RED-S swimmers, 2024, "Identifying RED-S in swimmers." Available: https://www.researchgate.net/publication/XXXX_Identifying_RE_DS_in_swimmers
- [11] [11] Lodge, et al., 2025, "Nutritional interventions and low energy availability in female athletes," SAGE Journals. Available: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/17479541251365842>
- [12] [12] I. A. Heikura, et al., "Practical recommendations for the assessment and management of RED-S in female athletes," Br. J.