ORIGINAL ARTICLE

# *Effects of Honey, Jujube Syrup, and Dextrose Solutions Ingestion on Interleukin-6, Asprosin, and Acylated Ghrelin Responses Following a Single Bout of High-Intensity Exercise in Young Male Soccer Players*

Soroush Aliasghari Jelodar[1]
Abbass Ghanbari-Niaki[2]
Mehran Naghizadeh Qomi[3]

[1] PhD Candidate in Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sports Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran
[2] Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sports Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran
[3] Associate Professor, Department of Statistics, Faculty of Basic Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

(Received July 29, 2026; Accepted October 18, 2026)

## *Abstract*

**Background and purpose:** High-intensity exercise can induce metabolic stress, inflammatory responses, and changes in hormonal regulation. The type of carbohydrate consumed during recovery may influence these responses. This study aimed to compare the effects of honey, jujube syrup, and dextrose consumption on interleukin-6 (IL-6), asprosin, and acylated ghrelin responses following a single bout of high-intensity exercise in male soccer players.

**Materials and methods:** This quasi-experimental study included 24 male soccer players, who were divided into three equal groups and assigned to receive honey, jujube syrup, and dextrose. The test solutions were standardised to provide equivalent glucose concentrations and were consumed immediately after exercise. Blood samples were collected before exercise, immediately after exercise, and 30, 60, and 120 minutes after consumption of the assigned solution. Serum IL-6 concentrations were measured using electrochemiluminescence immunoassay (ECLIA), while asprosin and acylated ghrelin concentrations were determined using enzyme-linked immunosorbent assays (ELISAs). Data were analysed using repeated-measures analysis of variance (ANOVA), with Tukey's and Bonferroni post hoc tests, as appropriate. Statistical significance was set at $P < 0.05$.

**Results:** Significant time-by-group interaction effects were observed for IL-6, asprosin, and acylated ghrelin ($P < 0.05$). IL-6 concentrations decreased more in the honey and jujube syrup groups than in the dextrose group from 30 minutes onwards ($P < 0.001$). Asprosin responses differed across groups: at 30 minutes, concentrations in the jujube syrup group did not decrease significantly relative to the immediate post-exercise measurement, whereas decreases were observed in the other two groups. At 60 minutes, the reduction in asprosin was less pronounced in the jujube syrup group, while significant decreases were observed in the honey and dextrose groups ($P \leq 0.001$). Acylated ghrelin concentrations increased immediately after exercise in all groups. This increase persisted at 30 minutes in the dextrose group ($P < 0.01$), whereas concentrations in the honey and jujube syrup groups subsequently moved towards pre-exercise levels.

**Conclusion:** Honey, jujube syrup, and dextrose were associated with different short-term patterns of inflammatory and hormonal responses following high-intensity exercise in male soccer players. The findings suggest that the source of carbohydrate consumed after exercise may influence the post-exercise responses of IL-6, asprosin, and acylated ghrelin. However, the clinical and physiological significance of these differences remains uncertain. Larger studies incorporating measures of physical recovery and subsequent exercise performance are needed to determine whether these biomarker responses translate into meaningful recovery benefits.

***Keywords:*** interleukin-6, asprosin, acylated ghrelin, honey, jujube syrup, high-intensity exercise

**J Mazandaran Univ Med Sci 2026; 36 (263): 36-49 (Persian).**

**Corresponding Author: Abbass Ghanbari-Niaki** - Faculty of Sport Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran.
(E-mail: ghanbara@umz.ac.ir)

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-15 ]

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره سی و ششم شماره ۲۶۳ آبان سال ۱۴۰۵ (۴۹-۳۶)

# تأثیر مصرف محلول‌های عسل، شیره عناب و دکستروز بر پاسخ‌های اینترلوکین-۶، آسپروسین و گرلین آسیل‌دار پس از یک وهله تمرین با شدت بالا در مردان جوان فوتبالیست

سروش علی اصغری جلودار[۱]
عباس قنبری نیاکی[۲]
مهران نقی زاده قمی[۳]

## چکیده

**سابقه و هدف:** تمرین با شدت بالا می‌تواند باعث استرس متابولیک، پاسخ‌های التهابی و تغییرات در تنظیم هورمونی شود. نوع کربوهیدرات مصرف‌شده در طول ریکاوری ممکن است بر این پاسخ‌ها تأثیر بگذارد. این مطالعه با هدف مقایسه اثرات مصرف عسل، شیره عناب و دکستروز بر پاسخ‌های اینترلوکین-۶ (IL-6)، آسپروسین و گرلین آسیل‌دار به دنبال یک جلسه تمرین با شدت بالا در بازیکنان مرد فوتبال انجام شد.

**مواد و روش ها:** این مطالعه نیمه تجربی شامل ۲۴ بازیکن مرد فوتبال بود که به سه گروه مساوی تقسیم شدند و برای دریافت عسل، شیره عناب و دکستروز تعیین گردیدند. محلول‌های آزمایشی برای تأمین غلظت‌های معادل گلوکز استانداردسازی شده و بلافاصله پس از تمرین مصرف شدند. نمونه‌های خون قبل از تمرین، بلافاصله پس از تمرین، ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه پس از مصرف محلول اختصاص‌یافته جمع‌آوری شدند. غلظت‌های سرمی IL-6 با استفاده از سنجش ایمنی الکتروکمی‌لومینسانس (ECLIA) اندازه‌گیری شد، در حالی که غلظت‌های آسپروسین و گرلین آسیل‌دار با استفاده از سنجش الایزا (ELISA) تعیین شدند. داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر(ANOVA)، همراه با آزمون‌های تعقیبی توکی و بونفرونی در صورت لزوم، تجزیه‌وتحلیل شدند. سطح معنی‌داری $P<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

**یافته‌ها:** اثرات تعاملی زمان و گروه معنی‌داری برای IL-6، آسپروسین و گرلین آسیل‌دار مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). غلظت‌های IL-6 از ۳۰ دقیقه به بعد در گروه‌های عسل و شیره عناب بیشتر از گروه دکستروز کاهش یافت ($P<۰/۰۰۱$). پاسخ‌های آسپروسین در گروه‌های مختلف متفاوت بود: در ۳۰ دقیقه، غلظت‌ها در گروه شیره عناب نسبت به بلافاصله پس از تمرین کاهش معنی‌داری نداشت، در حالی که کاهش در دو گروه دیگر مشاهده شد. در ۶۰ دقیقه، کاهش آسپروسین در گروه شیره عناب کمتر مشهود بود، در حالی که کاهش معنی‌داری در گروه‌های عسل و دکستروز مشاهده شد ($P\leq۰/۰۰۱$). غلظت‌های گرلین آسیل‌دار بلافاصله پس از تمرین در تمام گروه‌ها افزایش یافت. این افزایش در ۳۰ دقیقه در گروه دکستروز پایدار ماند ($P<۰/۰۱$)، در حالی که غلظت‌ها در گروه‌های عسل و شیره عناب متعاقباً به سمت سطوح پیش از تمرین پیش رفتند.

**استنتاج:** عسل، شیره عناب و دکستروز با الگوهای کوتاه‌مدت متفاوتی از پاسخ‌های التهابی و هورمونی به دنبال تمرین با شدت بالا در بازیکنان مرد فوتبال مرتبط بودند. یافته‌ها نشان می‌دهد که منبع کربوهیدرات مصرف‌شده پس از تمرین ممکن است بر پاسخ‌های پس از تمرین IL-6، آسپروسین و گرلین آسیل‌دار تأثیر بگذارد. با این حال، اهمیت بالینی و فیزیولوژیکی این تفاوت‌ها همچنان نامشخص باقی مانده است. انجام مطالعات گسترده‌تر، با در نظر گرفتن شاخص‌های ریکاوری جسمانی و عملکرد ورزشی در مراحل بعدی مورد نیاز است تا مشخص شود آیا پاسخ‌های مشاهده‌شده در نشانگرها به بهبود معنی‌دار فرایند ریکاوری منجر می‌شوند یا خیر.

**واژه های کلیدی:** اینترلوکین-۶، آسپروسین، گرلین آسیل‌دار، عسل، شیره عناب، تمرین با شدت بالا

**مولف مسئول: عباس قنبری نیاکی**- دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر،ایران **E-mail:** ghanbara@umz.ac.ir
۱. دانشجوی دکتری تخصصی فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
۲. استاد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
۳. دانشیار، گروه آمار، دانشکده علوم پایه، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
تاریخ دریافت : ۱۴۰۵/۵/۷ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۱۴۰۵/۶/۲ تاریخ تصویب : ۱۴۰۵/۷/۲۶

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-15 ]

## مقدمه

فوتبال(Football) به‌عنوان یکی از محبوب‌ترین ورزش‌های جهان، ماهیتی متناوب و پرشدت دارد که نیازمند تداوم توانایی‌های حرکتی سریع و ظرفیت بالای عملکردی است(۲،۱). این ساختار تمرینی به‌دلیل انقباض‌های برون‌گرای مکرر و تغییرات حرکتی ناگهانی، تغییرات گسترده‌ای را در وضعیت هموستاتیک بدن ایجاد کرده و منجر به بروز پاسخ‌های التهابی حاد و آسیب عضلانی ناشی از ورزش می‌شود(۴،۳). در میان پاسخ‌های سایتوکینی پس ازفعالیت شدید ورزشی، اینترلوکین-۶(Interleukin-6(IL-6)) به‌عنوان یک سایتوکاین(Cytokines) چندعملکردی و میوکین حساس به انقباض عضلانی و تغییرات متابولیک شناخته می‌شود(۶،۵). افزایش حاد اینترلوکین-۶ پس از فعالیت ورزشی لزوماً نشان‌دهنده التهاب پاتولوژیک یا آسیب عضلانی نیست، بلکه می‌تواند بخشی از پاسخ فیزیولوژیک بدن به انقباض و استرس متابولیک ناشی از ورزش باشد. ازاین‌رو، تغییرات اینترلوکین-۶ باید در چارچوب نوع، شدت و مدت فعالیت ورزشی و سایر عوامل مؤثر بر پاسخ سایتوکینی تفسیر شود. اگرچه بررسی تغییرات اینترلوکین-۶ اطلاعات ارزشمندی درباره پاسخ متابولیک بدن به فعالیت ورزشی فراهم می‌کند، اما افزایش آن به‌تنهایی نمی‌تواند به‌عنوان شاخص اختصاصی آسیب عضلانی در نظر گرفته شود؛ بلکه درکنار پاسخ‌های مرتبط با فعالیت ورزشی و ریکاوری، تحت تأثیرعوامل تنظیم‌کننده متابولیک قرار دارد. این شاخص با فعال‌سازی مسیرهای سیگنال‌دهی مرتبط با پاسخ‌های ایمنی، به تنظیم روند ریکاوری و بازسازی بافت‌های فعال کمک می‌کند(۸،۷)؛ بنابراین، بررسی نوسانات این سایتوکاین، معیار دقیقی را برای تعیین استرس التهابی ناشی از فعالیت بدنی شدید در ورزشکاران فراهم می‌سازد. درکنار فرآیندهای ریکاوری و پاسخ‌های التهابی، تنظیم تعادل انرژی در ورزشکاران تحت تأثیر عوامل تنظیم‌کننده متابولیک و هورمون‌های سوخت‌وساز است. پپتید آسپروسین(Asprosin) به‌عنوان تنظیم‌کننده متابولیک، علاوه بر اثرات گلوکوژنیک و تحریک رهایش گلوکز کبدی، اشتها را تنظیم می‌کند. آسپروسین با عبور از سد خونی-مغزی، کنترل اشتها را تحت تأثیر قرار داده و در مدیریت هموستاز نقش دارد(۱۰،۹). در این راستا، شناسایی هورمون‌های تنظیم‌کننده اشتها که همزمان با استرس تمرین، مدیریت تعادل انرژی را بر عهده دارند، اهمیت می‌یابد. گرلین آسیل‌دار(Acylated Ghrelin) به‌عنوان محرک اصلی اشتها، نقشی کلیدی در تعدیل گرسنگی و بازیابی منابع انرژی پس از فعالیت ورزشی ایفا می‌کند(۱۲،۱۱). بررسی همزمان این عوامل به مدیریت متابولیک و هموستاز در فوتبالیست‌ها کمک می‌کند(۱۴،۱۳). همچنین مداخلات تغذیه‌ای راهبردی موثر برای ریکاوری و تعدیل پاسخ‌های فیزیولوژیک تمرین است(۱۶،۱۵). شواهد نشان می‌دهند این مداخلات در تمرینات شدید متناوب، پتانسیل بالایی برای بهبود سازگاری و کاهش فشار متابولیک دارند(۱۷). دکستروز(Dextrose) به‌عنوان منبع سریع گلوکز در پروتکل‌های ورزشی استفاده می‌شود(۱۹،۱۸). با این حال، تمایل به مصرف ترکیبات طبیعی دارای ظرفیت‌های آنتی‌اکسیدانی افزایش یافته است(۲۱،۲۰). ترکیبات عسل(Honey) شامل پلی‌فنول‌ها (Polyphenols) و فلاونوئیدها(Flavonoids)(۲۳،۲۲) و مواد زیست‌فعال شیره عناب(Ziziphus jujube Syrup) به دلیل محتوای بالای فنولی، کاندیداهای مطلوبی برای تعدیل پاسخ‌های التهابی و بهبود سازگاری پس از فعالیت شدید هستند(۲۵،۲۴). اگرچه اثرات این ترکیبات بررسی شده، اما تاکنون پژوهشی به مقایسه مستقیم کارایی این دو منبع طبیعی با دکستروز بر تعدیل پاسخ التهابی (اینترلوکین-۶) و شاخص‌های متابولیک (آسپروسین و گرلین آسیل‌دار) پس از تمرین شدید در فوتبالیست‌های جوان نپرداخته است. مطالعه حاضر با هدف مقایسه تأثیر مصرف محلول‌های عسل، شیره عناب و دکستروز بر

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-15 ]

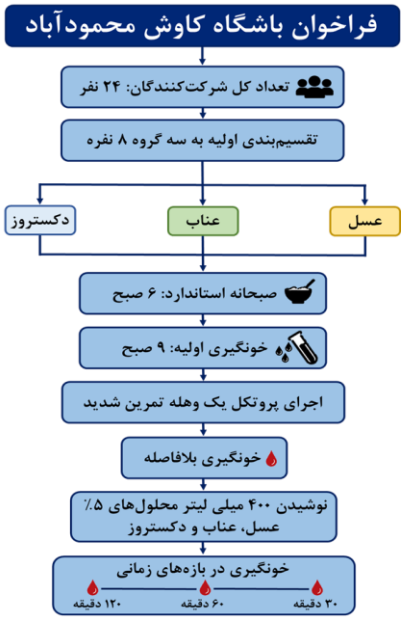
پاسخ‌های اینترلوکین-۶، آسپروسین و گرلین آسیل‌دار پس از تمرین شدید در مردان فوتبالیست طراحی شد.

## مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر نیمه‌تجربی و کاربردی با گردآوری میدانی-آزمایشگاهی بود. جامعه آماری، فوتبالیست‌های مرد ۱۸ تا ۲۰ سال باشگاه کاوش محمودآباد با حداقل ۳ سال سابقه تمرین حرفه‌ای بودند. شرایط ورود: عدم مصرف دخانیات، نبود سابقه بیماری‌های قلبی-عروقی، خونی، کبدی، کلیوی، ریوی و عدم مصرف مکمل‌های ارتقادهنده عملکرد یا استروئیدها در ۳ ماه اخیر. غیبت مکرر یا نامنظم معیار خروج بود. ۳۴ ورزشکار اعلام آمادگی کردند که ۱۰ نفر به‌دلیل بازی در پست دروازه‌بانی یا انصراف کنار گذاشته شدند. در نهایت ۲۴ نفر واجد شرایط انتخاب شدند. شرکت‌کنندگان پس از آشنایی با اهداف و روند طرح، رضایت‌نامه کتبی را امضا کردند. پژوهش پس از تأیید کمیته اخلاق دانشگاه مازندران با شناسه IR.UMZ.REC.1403.105 و مطابق اصول اخلاقی انجام شد.

*تقسیم بندی گروه‌ها و نحوه اجرای پژوهش*

آزمودنی‌ها پس از همگن‌سازی بر اساس ویژگی‌های فردی، به‌طور تصادفی به ۳ گروه مساوی (۸ نفره) شامل عسل، شیره عناب و دکستروز تقسیم شدند. آزمودنی‌ها شب پیش در محل اسکان یافته و ساعت ۶ صبح صبحانه استاندارد(۴۰۰کیلوکالری شامل؛ ۴۰ درصدکربوهیدرات، ۳۵ درصد پروتئین و ۲۵ درصد چربی) مصرف کردند. نخستین نمونه‌خون(Pre-Exp) ساعت ۹ صبح از ورید آرنجی گرفته شد (به‌منظور کنترل خطاهای اندازه‌گیری، پروتکل طی ۳ روز اجرا شد). پس از یک وهله تمرین شدید، دومین نمونه خون بلافاصله پس از تمرین (Post-Exp) اخذ شد. پس از آن، گروه‌ها محلول‌های مشخص‌شده (عسل ۵ درصد، شیره عناب ۵ درصد و دکستروز ۵ درصد) را مصرف کردند. درطول دوره بازگشت به حالت اولیه (ریکاوری)، آزمودنی‌ها اجازه داشتند ۱۰۰ میلی‌لیتر آب بنوشند. نمونه‌برداری‌های خون بعدی در فواصل ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه پس از مصرف محلول‌ها توسط کارشناس مربوطه گرفته شد(تصویر شماره ۱). نمونه های خون در لوله‌های فاقد ماده ضدانعقاد جمع‌آوری شده، روی یخ قرار گرفتند و با سرعت ۲۵۰۰ دور بر دقیقه (۴ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند. سرم حاصل در دمای منفی ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا زمان آزمایش (۲۵ روز) نگهداری شد. در روز سنجش، نمونه‌ها پس از ذوب در آب و یخ (یک چرخه ذوب) و هموژن‌سازی، با استفاده ازکیت‌های اختصاصی و طبق دستورالعمل شرکت سازنده، سنجش شدند.




**تصویر شماره ۱:** فلوچارت پژوهش

*روش تهیه و مصرف محلول‌های عسل، شیره عناب و دکستروز*

محلول‌های کربوهیدراتی مورد استفاده ددر این پژوهش شامل عسل (حاوی حدود ۴۰ درصد گلوکز و ۳۰ درصد فروکتوز)، شیره عناب (حاوی حدود ۳۵ درصد گلوکز و ۴۰ درصد فروکتوز) و دکستروز دارویی (تولید

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-15 ]

شرکت سینادارو - تهران) بودد. عسل طبیعی مورد نیاز از نوع کُنار (سدر) و محصول شهرستان شوشتر بود. با در نظر گرفتن میزان رطوبت طبیعی (حدود ۲۰ درصد) و غلظت گلوکز (حدود ۴۰ درصد)، عملیات رقیق‌سازی انجام شد؛ بدین صورت که مقدار ۱۰۰ گرم عسل با ۷۸۰ میلی‌لیتر آب آشامیدنی مخلوط گردید تا غلظت گلوکز به ۵ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر (۵ درصد) برسد. حجم ۴۰۰ میلی‌لیتر از این محلول برای هر آزمودنی در نظرگرفته شد. همچنین شیره عناب از میوه‌های خشک‌شده بیرجند طی ۶ روز در ۵۰ درجه سانتی‌گراد تغلیظ شد. این عصاره حاوی ۳۰ تا ۳۵ درصد گلوکز و ۴۰ درصد فروکتوز بود. ۱۰۰ گرم از شیره تغلیظ‌شده با ۶۰۰ میلی‌لیتر آب ترکیب شد تا غلظت آن به ۵ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر (۵ درصد) برسد. حجم ۴۰۰ میلی‌لیتر از این محلول نیز پس از مرحله دوم خون‌گیری به هر آزمودنی اختصاص یافت. محلول دکستروز از حل کردن ۵ گرم دکستروز دارویی در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب آشامیدنی آماده شد و سهم هر آزمودنی ۴۰۰ میلی‌لیتر بود که بعد از دومین مرحله خون‌گیری مصرف گردید. تمام محلول‌ها در روز آزمون به‌صورت تازه آماده‌سازی، در دمای محیط نگهداری و بلافاصله پس از دومین نمونه‌گیری خونی مصرف شدند تا زمان‌بندی دریافت مواد مغذی میان آزمودنی‌ها یکسان‌سازی شود. شایان ذکراست که در این پژوهش ،استانداردسازی اولیه محلول‌های کربوهیدراتی بر مبنای غلظت یکسان گلوکز (۵ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) انجام شد. با این حال، به دلیل ماهیت طبیعی عسل و شیره عناب، که حاوی مقادیر متفاوتی از فروکتوز هستند، میزان کربوهیدرات دریافتی در گروه‌ها یکسان نبود. بنابراین، مقایسه محلول‌ها بر اساس غلظت گلوکز یکسان و با حفظ تفاوت طبیعی ترکیب آن‌ها انجام گرفت. در همین راستا، جهت کاهش اثر عوامل مداخله‌گر، تمامی محلول‌ها بلافاصله پس از پروتکل تمرینی و با حجم و دمای یکسان در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفتند. گنجاندن دکستروز امکان مقایسه پاسخ‌های حاد فیزیولوژیک به سه محلول را در بازه‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه فراهم ساخت.

*پروتکل تمرینی*

آزمودنی‌ها در گروه‌های چهارنفره، پروتکل یک وهله تمرین شدید(۹۰-۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب(Maximum Heart Rate) به‌مدت ۶۵-۶۰ دقیقه (تک جلسه‌ای) را اجرا کردند. پیش از اجرا، ۱۰ دقیقه گرم کردن شامل پیاده‌روی و حرکات مفصلی انجام شد. پروتکل شامل ۴ نوبت آزمون رست(Rast Test) (۶×۳۵ متر)، ۴ نوبت آزمون سرعتی (۵×۳۰ متر)، ۴ نوبت آزمون سرعتی (۵×۴۰ متر)، ۴ نوبت آزمون چابکی (۴×۹ متر) و ۲ نوبت آزمون دویدن (۱۰۰۰ متر) بود(جدول شماره ۱).

**جدول شماره ۱:** پروتکل یک وهله تمرین شدید

| نوع تمرین | وهله | ست | استراحت بین ست‌ها (ثانیه) | استراحت بین وهله‌ها (دقیقه) | استراحت بین آزمون‌ها (دقیقه) |
|---|---|---|---|---|---|
| رست | ۴ | ۶×۳۵ | ۱۰ | ۲ | ۲ |
| سرعتی | ۴ | ۵×۳۰ | ۲۵ | ۲ | ۲ |
| سرعتی | ۴ | ۵×۴۰ | ۳۰ | ۲ | ۲ |
| چابکی | ۴ | ۴×۹ | ۶۰ | ۲ | ۲ |
| دویدن | ۲ | ۱۰۰۰ متر | ۱۸۰ | - | - |

*اندازه‌گیری بیوشیمیایی متغیرهای پژوهش*

غلظت سرمی اینترلوکین-۶ (IL-6) با کیت کمی اختصاصی انسان (Roche Diagnostics GmbH)و روش الکتروکمی‌لومینسانس (ECLIA) اندازه‌گیری شد (حداقل حساسیت: pg/mL۱/۵). غلظت سرمی آسپروسین و گرلین آسیل‌دار نیز با استفاده از کیت‌های اختصاصی انسان (ZellBio GmbH) به روش الایزا (ELISA) سنجیده شدند. ضرایب تغییرات درون‌آزمونی و بین‌آزمونی این کیت‌ها به‌ترتیب کمتر از ۱۰ و ۱۲ درصد، حداقل حساسیت آن‌ها برای آسپروسین ۰/۳۸ نانوگرم بر میلی‌لیتر و برای گرلین آسیل‌دار ۰/۳پیکوگرم بر میلی‌لیتر بود.

*تحلیل آماری داده‌ها*

در بخش آمار استنباطی، طبیعی بودن توزیع داده‌ها با آزمون کولموگروف- اسمیرنوف(Kolmogorov–Smirnov test) بررسی شد($P>۰/۰۵$). جهت بررسی برابری واریانس اختلاف میان جفت اندازه‌گیری‌های مکرر از

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-15 ]

آزمون کرویت موخلی(Mauchlys Test of Sphericity) استفاده شد. در صورت نقض کرویت(P<۰/۰۵)، اصلاح گرین‌هاوس-گایزر(Greenhouse-Geisser) اعمال گردید.به‌منظور تعیین تفاوت‌های میان‌گروهی و درون‌گروهی، آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر به کار رفت. در صورت مشاهده اختلاف معنی‌دار، به‌ترتیب از آزمون‌های تعقیبی توکی و بونفرونی برای مقایسات زوجی میان گروه‌ها و زمان‌های مختلف استفاده شد. داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ تجزیه‌وتحلیل شدند(P<۰/۰۵).

## یافته ها

جهت بررسی همگنی، شاخص‌های بدنی در سه گروه مقایسه شد(جدول شماره ۲). نتایج نشان داد میانگین وزن، قد و شاخص توده بدنی تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها نداشت؛ این امر همگنی اولیه را تأیید می‌کند. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان داد اثرات اصلی زمان، گروه و اثر تعاملی «زمان × گروه» بر فاکتورهای سرمی کاملاً معنی‌دار بود(P<۰/۰۵)، و تغییرات تحت تأثیر زمان و نوع مداخله قرار داشته است(جدول شماره۳).

**جدول شماره ۲:** ویژگی های فردی آزمودنی های پژوهش پیش از مداخله (داده ها به صورت میانگین± انحراف استاندارد ارائه شده اند)

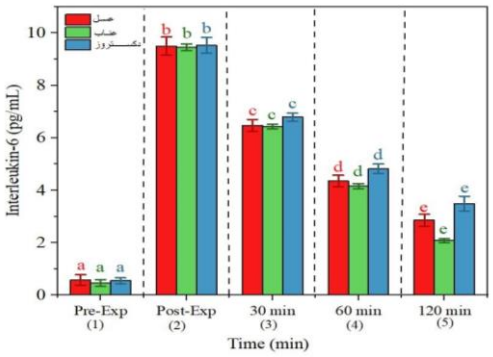
| متغیر گروه | عسل (n=۸) | عناب (n=۸) | دکستروز (n=۸) | مقدار معنی داری |
|---|---|---|---|---|
| وزن (kg) | ۷۲٫۶۳±۷٫۹۹ | ۶۴٫۲۷±۹٫۲۷ | ۶۸٫۶۳±۶٫۴۰ | ۰٫۱۵ |
| قد(cm) | ۱٫۸۲±۷٫۲۶ | ۱٫۷۶±۷٫۲۴ | ۱٫۷۶±۶٫۸۶ | ۰٫۲۱ |
| شاخص توده بدن ($w.kg/m^2$) | ۲۱٫۷۱±۱٫۸۲ | ۲۰٫۵۲±۲٫۳۹ | ۲۰٫۸۲±۱٫۱۳ | ۰٫۴۲ |

**جدول شماره ۳:** نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر بر سطح سرمی متغیرها

| متغیر | منبع‌تغییرات | مجموع‌مربعات | درجه‌آزادی | مقدار F | مقدار معنی‌داری |
|---|---|---|---|---|---|
| اینترلوکین -۶ | تعامل‌زمان*گروه | ۵٫۱۲۴ | ۶٫۱۹۳ | ۳۳٫۲۷۹ | ۰٫۰۰۰ |
| | اثر زمان | ۱۱۳۹٫۱۱۰ | ۳٫۰۹۶ | ۱۰۳۵۷٫۰۹۳ | ۰٫۰۰۰ |
| | اثر گروه | ۵٫۳۴۹ | ۲ | ۲۵٫۸۷۵ | ۰٫۰۰۰ |
| آسپروسین | تعامل‌زمان*گروه | ۳۰٫۷۰۱ | ۸ | ۲٫۶۹۸ | ۰٫۰۱۱ |
| | اثر زمان | ۵۳۹٫۴۰۱ | ۴ | ۹۴٫۸۳۳ | ۰٫۰۰۱ |
| | اثر گروه | ۳۰٫۵۲۵ | ۲ | ۱۱٫۳۶۲ | ۰٫۰۰۱ |
| گرلین آسیل‌دار | تعامل‌زمان*گروه | ۷۴۷٫۶۷۳ | ۸ | ۸٫۳۸۱ | ۰٫۰۰۰ |
| | اثر زمان | ۵۴۹۷٫۹۸۴ | ۴ | ۱۳۳٫۲۶۵ | ۰٫۰۰۰ |
| | اثر گروه | ۱۱۸۳٫۷۴۰ | ۲ | ۴۳٫۲۴۰ | ۰٫۰۰۰ |

*اینترلوکین-۶*

تحلیل درون‌گروهی نشان داد سینتیک زمانی غلظت سرمی اینترلوکین-۶ طی تمرین و ریکاوری در هر سه گروه با الگویی صعودی-نزولی همراه است(نمودار شماره ۱). وجود حروف غیرهمسان (a تا e) نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار میان مراحل پنج‌گانه سنجش است(P<۰/۰۰۱)؛ به‌طوری که غلظت اینترلوکین-۶ پیش از تمرین(a) در بلافاصله پس از تمرین به اوج رسید(b) و در دقایق ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ ریکاوری کاهش یافت(c،dوe). این امر نشان‌دهنده حساسیت بالای این فاکتور به تمرین و ریکاوری است.




**نمودار شماره ۱:** روند تغییرات کینتیک سطوح سرمی اینترلوکین-۶ (pg/mL) در مراحل مختلف سنجش به تفکیک گروه‌ها. نشانگرها: روند تغییرات زمانی غلظت سرمی اینترلوکین-۶ (IL-6) در مراحل پنج‌گانه سنجش. مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار نمایش داده شده‌اند. حروف غیرهمسان (a تا e) نشان‌دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌دار(P<۰/۰۰۱) بین مراحل زمانی پنج‌گانه در درون هر یک از گروه‌ها است(بر اساس آزمون تعقیبی بونفرونی).

نتایج آزمون تعقیبی توکی جهت مقایسه تفاوت‌های بین‌گروهی سطوح سرمی اینترلوکین-۶ در مقاطع زمانی مختلف در جدول شماره ۴ ارائه شد. بر اساس یافته‌ها، در مراحل اولیه (زمان ۱ و ۲)، تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های دکستروز، عسل و عناب مشاهده نشد(P>۰/۰۵). در زمان ۳ (۳۰ دقیقه پس از مصرف)، تفاوت گروه دکستروز با گروه‌های عسل و عناب معنی‌دار گردید(P<۰/۰۵). در زمان ۴ (۶۰ دقیقه

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-15 ]

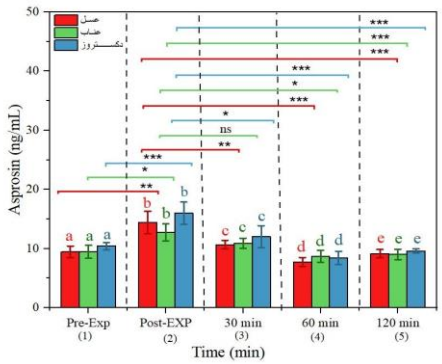
پس از مصرف)، ضمن استمرار تفاوت‌ها با سطح معنی‌داری بالاتر(P<۰/۰۰۱)، گروه‌های عسل و عناب اثرات مشابهی نشان دادند و تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد(P>۰/۰۵). در نهایت، در مرحله ۵ (۱۲۰ دقیقه پس از مصرف)، اختلاف تمامی گروه‌ها به سطح معنی‌داری(P<۰/۰۰۱) رسید که نشان‌دهنده پاسخ‌های متمایز مداخلات بر پاسخ‌های التهابی است.

**جدول شماره ٤:** آزمون تعقیبی توکی برای بررسی تفاوت‌های بین‌گروهی سطوح سرمی اینترلوکین-۶ در مقاطع زمانی مختلف

| متغیر | زمان | گروه‌ها | اختلاف میانگین | مقدار معنی‌داری |
|---|---|---|---|---|
| اینترلوکین-۶ | ۱ | دکستروز- عسل | ۰/۰۳۲۰۰ | ۰/۹۱۴ |
| | | دکستروز- عناب | ۰/۰۸۶۸۷ | ۰/۵۲۴ |
| | | عسل- عناب | ۰/۱۱۸۸۸ | ۰/۳۰۹ |
| | ۲ | دکستروز- عسل | ۰/۰۲۶۱۲ | ۰/۹۸۱ |
| | | دکستروز- عناب | ۰/۰۷۴۶۲ | ۰/۸۵۸ |
| | | عسل- عناب | ۰/۰۴۸۵۰ | ۰/۹۳۷ |
| | ۳ | دکستروز- عسل | ۰/۳۱۷۵۰ | ۰/۰۰۴ |
| | | دکستروز- عناب | ۰/۳۵۵۵۰ | ۰/۰۰۱ |
| | | عسل- عناب | ۰/۰۳۸۰۰ | ۰/۹۰۱ |
| | ۴ | دکستروز- عسل | ۰/۴۶۹۶۳ | ۰/۰۰۰ |
| | | دکستروز- عناب | ۰/۶۵۹۵۰ | ۰/۰۰۰ |
| | | عسل- عناب | ۰/۱۸۹۸۷ | ۰/۱۰۰ |
| | ۵ | دکستروز- عسل | ۰/۶۲۶۷۵ | ۰/۰۰۰ |
| | | دکستروز- عناب | ۱/۴۰۵۷۵ | ۰/۰۰۰ |
| | | عسل- عناب | ۰/۷۷۹۰۰ | ۰/۰۰۰ |

*آسپروسین*

تحلیل داده‌های حاصل از آزمون تعقیبی بونفرونی نشان‌دهنده یک الگوی نوسانی دوفازی(افزایش حاد اولیه و بازگشت تدریجی ثانویه) در غلظت سرمی آسپروسین در هر سه گروه مداخله بود(نمودار شماره ۲). بلافاصله پس از تمرین(Post-EXP)، سطوح سرمی آسپروسین در هر سه گروه عسل(P=۰/۰۰۷)، عناب(P=۰/۰۱۰)و دکستروز(P=۰/۰۰۱) به طور معنی‌داری افزایش یافت که نشان‌دهنده واکنش سریع ترشحی این هورمون گلیکوژنولیتیک به بار کربوهیدراتی مصرفی و تغییرات گلوکز خون است. در دقیقه ۳۰، تمایز متابولیک آشکاری در سرعت بازگشت هورمونی میان گروه‌ها مشاهده شد؛ در گروه‌های عسل(P=۰/۰۰۷) و دکستروز(P=۰/۰۱۷)، غلظت سرمی آسپروسین روند کاهشی سریع و معنی‌داری را نسبت به زمان اوج(مرحله ۲) آغاز کرد. در مقابل، گروه عناب روند تعدیل غلظت بسیار کندتری نشان داد و سطوح سرمی این هورمون در دقیقه ۳۰ پایداری بیشتری داشت و تفاوت معنی‌داری با زمان اوج نشان نداد(P=۰/۴۳۲). در دقایق ۶۰ و ۱۲۰، با فعال شدن مکانیسم‌های خودتنظیمی متابولیک، غلظت آسپروسین در هر سه گروه روند کاهشی را نسبت به زمان اوج تجربه کرد و به سطوح پایه بازگشت؛ به‌طوری‌که این کاهش غلظت نسبت به زمان اوج، در گروه عسل (در هر دو زمان ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه)، گروه دکستروز(در هر دو زمان ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه) و گروه عناب(در دقیقه ۱۲۰) بسیار چشمگیر و در بالاترین سطح معنی‌داری آماری بود(P≤۰/۰۰۱). در مقابل، گروه عناب در دقیقه ۶۰ تعدیل غلظت ملایم‌تری را نسبت به زمان اوج نشان داد(P=۰/۰۱۰).




**نمودار شماره ۲:**تغییرات سطوح سرمی آسپروسین (ng/mL) در مراحل مختلف زمانی سه گروه(عسل، عناب و دکستروز). نشانگرها:حروف غیرمشابه (a تا e) نشان‌دهنده تفاوت مراحل زمانی خون گیری هستند (مراحل ۱ تا ۵)؛ به طوری که در هر مرحله، هر سه گروه دارای حرف مشابهی هستند. مقایسه‌های تفاضلی درون‌گروهی ریکاوری منحصراً توسط براکت‌های رنگی مشخص شده‌اند.

***:P<۰/۰۰۱ ، **:P<۰/۰۱ ، *:P<۰/۰۵ ، ns:P>۰/۰۵

نتایج آزمون توکی جهت بررسی تفاوت‌های بین‌گروهی سطوح سرمی آسپروسین در جدول شماره ۵ گزارش شد. در مراحل ۱، ۳، ۴ و ۵، تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های دکستروز، عسل و عناب وجود نداشت(P>۰/۰۵). تنها در مرحله ۲ (بلافاصله پس از

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-15 ]

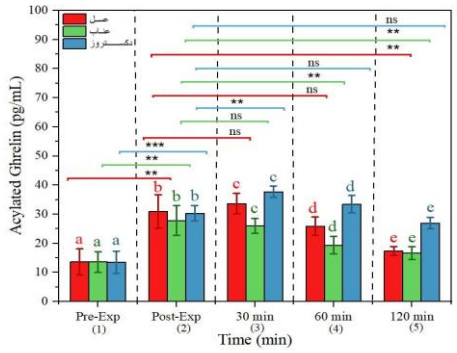
تمرین)، تفاوت دکستروز و عناب معنی‌دار شد(P=۰/۰۰۴). این یافته‌ها نشان‌دهنده هم‌راستایی اثرات فیزیولوژیک گروه‌ها در طول زمان است.

**جدول شماره ۵:** آزمون تعقیبی توکی برای بررسی تفاوت‌های بین‌گروهی سطوح سرمی آسپروسین در مقاطع زمانی مختلف

| متغیر | زمان | گروه‌ها | اختلاف میانگین | مقدار معنی‌داری |
|---|---|---|---|---|
| آسپروسین | ۱ | دکستروز- عسل | ۰/۹۸۷۵۰ | ۰/۱۰۸ |
| | | دکستروز- عناب | ۰/۹۷۲۵۰ | ۰/۱۱۵ |
| | | عسل- عناب | -۰/۰۱۵۰۰ | ۰/۹۹۹ |
| | ۲ | دکستروز- عسل | ۱/۵۶۶۲۵ | ۰/۲۰۳ |
| | | دکستروز- عناب | ۳/۲۵۰۰۰ | ۰/۰۰۴ |
| | | عسل- عناب | ۱/۶۸۳۷۵ | ۰/۱۶۲ |
| | ۳ | دکستروز- عسل | ۱/۳۳۷۵۰ | ۰/۱۱۳ |
| | | دکستروز- عناب | ۱/۱۱۲۵۰ | ۰/۲۱۰ |
| | | عسل- عناب | -۰/۲۲۵۰۰ | ۰/۹۳۳ |
| | ۴ | دکستروز- عسل | ۰/۶۹۷۵۰ | ۰/۳۵۱ |
| | | دکستروز- عناب | -۰/۲۹۶۲۵ | ۰/۸۲۱ |
| | | عسل- عناب | -۰/۹۹۳۷۵ | ۰/۱۳۳ |
| | ۵ | دکستروز- عسل | ۰/۴۵۰۰۰ | ۰/۳۹۷ |
| | | دکستروز- عناب | ۰/۵۷۵۰۰ | ۰/۲۳۱ |
| | | عسل- عناب | ۰/۱۲۵۰۰ | ۰/۹۲۸ |

*گرلین آسیل‌دار*

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که انجام یک جلسه تمرین ورزشی شدید منجر به تغییرات معنی‌داری در سطوح سرمی گرلین آسیل‌دار در هر سه گروه می‌گردد(نمودار شماره ۳). بر اساس تحلیل آماری درون‌گروهی، سطوح گرلین آسیل‌دار بلافاصله پس از تمرین ورزشی (مرحله ۲) در هر سه گروه عسل، عناب و دکستروز افزایش چشمگیر و معنی‌داری را نسبت به مقادیر پایه قبل از تمرین (مرحله ۱) تجربه کرد( عسل P<۰/۰۱، عناب P<۰/۰۱ و دکستروز P≤۰/۰۰۱). این امر نشان‌دهنده پاسخ هورمونی اولیه و مشابه در تمامی گروه‌ها بلافاصله پس از اعمال بار تمرینی است. با این وجود، روند تغییرات این شاخص در دوره ریکاوری(دقایق ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ پس از مصرف محلول‌ها) الگوهای متفاوتی را بین گروه‌ها نشان داد. در گروه عسل، سطوح گرلین آسیل‌دار در دقایق ۳۰ و ۶۰ تفاوت معنی‌داری با زمان بلافاصله پس از تمرین نداشت(P>۰/۰۵)، اما در دقیقه ۱۲۰ کاهش معنی‌داری یافت و روند برگشت به حالت اولیه آغاز شد(P<۰/۰۱). در گروه عناب، روند کاهش سریع‌تر آغاز شد؛ به طوری که مقادیر هورمون در دقیقه ۳۰ بدون تغییر ماند(P>۰/۰۵)، اما در دقایق ۶۰ و ۱۲۰ کاهش معنی‌داری را نسبت به زمان بلافاصله پس از تمرین نشان داد(P<۰/۰۱). در مقابل، گروه دکستروز الگوی متفاوتی را به نمایش گذاشت؛ به این ترتیب که در دقیقه ۳۰، سطوح گرلین آسیل‌دار همچنان به روند صعودی خود ادامه داد و افزایش معنی‌داری را نسبت به زمان بلافاصله پس از تمرین ثبت کرد(P<۰/۰۱). با این حال، در دقایق ۶۰ و ۱۲۰، تفاوت معنی‌داری با زمان بلافاصله پس از تمرین مشاهده نشد(P>۰/۰۵) و مقادیر هورمون در سطوح بالا باقی ماند که نشان‌دهنده تأخیر در برگشت به شرایط پایه در این گروه است.




**نمودار شماره ۳:** تغییرات سطوح سرمی گرلین آسیل‌دار (pg/mL) در مراحل مختلف زمانی در سه گروه عسل، عناب و دکستروز. نشانگرها: حروف غیرمشابه (a تا e) نشان‌دهنده تفاوت مراحل زمانی خون‌گیری هستند (مراحل ۱ تا ۵)؛ به طوری که در هر مرحله، هر سه گروه دارای حرف مشابهی هستند. مقایسه‌های تفاضلی درون‌گروهی ریکاوری منحصراً توسط براکت‌های رنگی مشخص شده‌اند.

***:P<۰/۰۰۱ ، **:P<۰/۰۱ ، *:P<۰/۰۵ ، ns:P>۰/۰۵

نتایج آزمون تعقیبی توکی برای بررسی تفاوت‌های بین‌گروهی سطوح سرمی گرلین آسیل‌دار در مراحل مختلف زمانی، در جدول شماره ۶ گزارش شده است. یافته‌ها نشان داد در مراحل ۱ و ۲، تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های دکستروز، عسل و عناب وجود ندارد. در

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-15 ]

مرحله ۳، تمامی مقایسه‌های جفت‌گروهی معنی‌دار بودند(۰/۰۰۱<P<۰/۰۵). در مرحله ۴ نیز تفاوت معنی‌داری در تمامی جفت‌گروه‌ها مشاهده شد(P≤۰/۰۰۱). در مرحله ۵، تفاوت بین دکستروز با عسل و عناب معنی‌دار بود (P<۰/۰۰۱)، در حالی که بین دو گروه عسل و عناب تفاوت معنی‌داری نیافت(P=۰/۷۴۶). یافته‌ها نشان می‌دهد پاسخ‌های متابولیک گروه‌ها در مراحل ۳ و ۴ کاملاً متمایز و معنی‌دار بوده است. در مرحله ۵، تفاوت معنی‌دار صرفاً بین دکستروز با عسل و عناب تداوم یافته، در حالی که تفاوت بین دو گروه عسل و عناب از نظر آماری از بین رفته و هم‌راستا شدند.

**جدول شماره ٦:** آزمون تعقیبی توکی برای بررسی تفاوت‌های بین‌گروهی سطوح سرمی گرلین آسیل‌دار در مقاطع زمانی مختلف

| متغیر | زمان | گروه‌ها | اختلاف میانگین | مقدار معنی‌داری |
|---|---|---|---|---|
| گرلین آسیل‌دار | ۱ | دکستروز- عسل | -۰/۱۳۷۰۰ | ۰/۹۹۷ |
| | | دکستروز- عناب | -۰/۰۷۶۶۲ | ۰/۹۹۹ |
| | | عسل- عناب | ۰/۰۶۰۳۷ | ۰/۹۹۹ |
| | ۲ | دکستروز- عسل | -۰/۶۶۵۲۵ | ۰/۹۵۷ |
| | | دکستروز- عناب | ۲/۴۲۴۵۰ | ۰/۵۶۶ |
| | | عسل- عناب | ۳/۰۸۹۷۵ | ۰/۴۰۳ |
| | ۳ | دکستروز- عسل | ۴/۱۰۰۰۰ | ۰/۰۱۸ |
| | | دکستروز- عناب | ۱۱/۷۰۵۲۵ | ۰/۰۰۰ |
| | | عسل- عناب | ۷/۶۰۵۲۵ | ۰/۰۰۰ |
| | ۴ | دکستروز- عسل | ۷/۵۵۵۸۷ | ۰/۰۰۰ |
| | | دکستروز- عناب | ۱۴/۰۸۲۸۷ | ۰/۰۰۰ |
| | | عسل- عناب | ۶/۵۲۷۰۰ | ۰/۰۰۱ |
| | ۵ | دکستروز- عسل | ۹/۵۹۲۲۵ | ۰/۰۰۰ |
| | | دکستروز- عناب | ۱۰/۳۰۴۵۰ | ۰/۰۰۰ |
| | | عسل- عناب | ۰/۷۱۲۲۵ | ۰/۷۴۶ |

## بحث

یافته‌های این پژوهش حاکی از آن است که پروتکل تمرینی شدید در فوتبالیست‌ها می‌تواند منجر به تغییرات معنی‌داری در سطوح سرمی اینترلوکین-۶، آسپروسین و گرلین آسیل‌دار شود. در مورد اینترلوکین-۶، الگوی صعودی-نزولی مشاهده‌شده می‌تواند با پاسخ فیزیولوژیک مرتبط با انقباض عضلانی و استرس متابولیک ناشی از فعالیت شدید ورزشی سازگار باشد(۲۶). بنابراین، این تغییرات نباید به‌عنوان شاخص اختصاصی آسیب عضلانی یا التهاب پاتولوژیک تفسیر شوند. با توجه به اینکه در پژوهش حاضر نشانگرهای اختصاصی آسیب عضلانی و مجموعه‌ای از نشانگرهای التهابی اندازه‌گیری نشدند، نمی‌توان تغییرات اینترلوکین-۶ را به‌تنهایی به‌عنوان شواهدی از آسیب عضلانی یا اثر ضدالتهابی مداخلات مورد مطالعه در نظر گرفت. بر اساس نتایج تحلیل بین‌گروهی، در زمان پیش از مداخله و بلافاصله پس از آن، تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها مشاهده نشد؛ اما انتظار می‌رود تفاوت‌های معنی‌داری که از ۳۰ دقیقه تا ۱۲۰ دقیقه پس از فعالیت در گروه‌های عسل و عناب بروز کرد، بیانگر نقش این محلول‌ها در تعدیل پاسخ‌های التهابی متعاقب فعالیت باشد که این موضوع همسو با یافته‌های پیشین است(۲۷). در این راستا، با توجه به اینکه بار تمرینی و زمان‌بندی نمونه‌گیری خون (۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه پس از مصرف محلول‌ها) برای هر سه گروه مستقل کربوهیدراتی کاملاً یکسان و یکنواخت بوده است، مشاهده تفاوت‌های معنی‌دار در الگوی تغییرات اینترلوکین-۶ بین گروه‌های عسل و عناب در مقایسه با گروه مستقل دکستروز، تقویت‌کننده این فرض است که تعدیل پاسخ التهابی حاد تنها به یک افت طبیعی وابسته به زمان یا پاک‌سازی زیستی ساده محدود نبوده است؛ بلکه به نظر می‌رسد حضور ترکیبات زیست‌فعال و آنتی‌اکسیدانی اختصاصی در عسل و عناب می‌تواند نقش تسهیل‌کننده‌ای فراتر از صرفِ دریافت یک کربوهیدرات ساده (دکستروز) در روند بازگشت این مایوکاین ایفا کرده باشد(۲۸، ۲۹). علاوه بر این، از نظر فیزیولوژیک، مصرف کربوهیدرات‌ها با تأمین گلوکز و افزایش انسولین، می‌تواند بازخوردی منفی بر ترشح عضلانی اینترلوکین-۶ اعمال کند. با این حال، تفاوت معنی‌دار الگوی تغییرات اینترلوکین-۶ در گروه‌های عسل و عناب در مقایسه با دکستروز ممکن است علاوه بر تفاوت در ترکیب کربوهیدراتی و انرژی دریافتی، با حضور ترکیبات پلی‌فنولی و آنتی‌اکسیدانی موجود در این منابع

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-15 ]

نیز مرتبط باشد که احتمالاً از طریق اثرگذاری بر مسیرهای مرتبط با استرس اکسیداتیو و عوامل التهابی، در تعدیل سینتیک این مایوکاین نقش داشته‌اند(۲۳، ۲۱). همچنین استنباط می‌شود محلول‌های مورد استفاده در این مطالعه، ممکن است از طریق تعامل با مسیرهای تنظیم‌کننده التهاب و متابولیسم، پاسخ‌های حاد ناشی از تمرین را نسبت به دکستروز خالص تعدیل نمایند؛ این استنتاج همسو با نتایج متون علمی است(۳۰، ۳۱)؛ هرچند انتظار می‌رود شدت این پاسخ تحت تاثیر وضعیت سوخت‌رسانی متابولیک در حین تمرین باشد(۳۲).

در خصوص آسپروسین، مشاهده «الگوی نوسانی دوفازی» در مطالعه حاضر احتمالاً بیانگر واکنش حساس این هورمون به نوسانات بار کربوهیدراتی در یک جلسه تمرین شدید است که با گزارش‌های اولیه در تنظیم هموستاز گلوکز توسط آسپروسین همسو به نظر می‌رسد(۳۳). عدم مشاهده تفاوت در زمان پیش از مداخله و اکثر مراحل ریکاوری، نشان می‌دهد تفاوت‌های جزئی در نوع محلول‌های مصرفی بر سطح حاد این هورمون محدود است(۳۴). در این میان، پایداری نسبی سطح آسپروسین در گروه عناب، با ماهیت ترکیبات آن و اثر تعدیل‌کنندگی محلول‌های کربوهیدراتی بر ثبات متابولیک مرتبط است(۳۵، ۳۶). درحالی‌که دکستروز به‌دلیل نمایه گلیسمی بالا منجر به نوسانات متابولیک سریع می‌شود، قندهای عسل و پلی‌ساکاریدهای عناب، احتمالاً سرعت جذب گلوکز را تعدیل کرده و مانع نوسانات شدید آسپروسین می‌گردند(۳۷، ۳۸، ۳۹).

در تحلیل گرلین آسیل‌دار، افزایش حاد آن پس از تمرین، پاسخی جهت جبران انرژی در فعالیت شدید است(۴۰). کاهش سریع‌تر و بازگشت سطوح گرلین آسیل‌دار در گروه‌های عسل و عناب پس از مداخله درمقایسه با دکستروز معنی‌دار بود (۴۱). تداوم سطوح بالای این هورمون در گروه دکستروز با یافته‌هایی همسو است که نشان می‌دهند مصرف کربوهیدرات‌های ساده به‌دلیل ایجاد پاسخ‌های متابولیک گذرا، توانایی تعدیل پایدار آن را ندارند(۴۲). در مقابل، بازگشت سریع‌تر گرلین آسیل‌دار در گروه‌های عسل و عناب، احتمالا بیانگر اثربخشی بالاتر این محلول‌ها در تعدیل پاسخ‌های هورمونی و نقش تغذیه در ریکاوری و ترمیم عضلانی است(۴۳، ۴۴، ۴۵).

یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که اگرچه فعالیت شدید محرک قوی برای پاسخ‌های التهابی و هورمونی در فوتبالیست‌های جوان است، اما نوع کربوهیدرات مصرفی بر تعدیل پاسخ‌های بازگشتی این نشانگرها تأثیرگذار است؛ به‌طوری‌که مصرف محلول‌های طبیعی (عسل و عناب)، در مقایسه با دکستروز، عملکرد مطلوب‌تری در تعدیل پاسخ‌های فیزیولوژیک حاد پس از تمرین داشته است. بر این اساس، به متخصصان تغذیه ورزشی توصیه می‌شود در پروتکل‌های تغذیه‌ای مرحله حاد پس از تمرین، بهره‌گیری از عسل و عناب را برای مدیریت پاسخ‌های فیزیولوژیک فوتبالیست‌های جوان مد نظر قرار دهند. در این راستا پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده، اثرات این محلول‌ها در پروتکل‌های تمرینی با شدت‌ها و زمان‌های متنوع‌تری ارزیابی شود. همچنین ارزیابی تأثیر این محلول‌ها بر متغیرها و بررسی پاسخ‌های فیزیولوژیک در ورزشکاران با سطوح آمادگی بدنی متفاوت، تصویر جامع‌تری ارائه می‌دهد. با این وجود، از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به عدم اندازه‌گیری مستقیم برخی مسیرهای پیام‌رسان درون‌سلولی و ظرفیت کامل آنتی‌اکسیدانی اشاره کرد که بررسی آن‌ها در مطالعات آینده راهگشا خواهد بود. همچنین، عدم گنجاندن یک گروه بدون کالری (آب خالص/پلاسبو) در کنار سه گروه مداخله کربوهیدراتی (عسل، عناب و دکستروز) از دیگر محدودیت‌های پژوهش حاضر بود. اگرچه مقایسه سه گروه کربوهیدراتی، اثرات متفاوتی را بر پاسخ اینترلوکین-۶ نشان داد، اما عدم حضور گروه کنترل، تفکیک دقیق سهم "سینتیک پاکسازی و

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-15 ]

بازگشت طبیعی فیزیولوژیک"( Natural recovery kinetics) را با محدودیت مواجه می‌سازد. لذا پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی از طراحی حداقل چهارگروهی (دارونما/آب، دکستروز، عسل و عناب) استفاده شود و محلول‌ها علاوه بر حجم و دما، از نظر طعم و میزان شیرینی همسان‌سازی گردند. علاوه بر این، به منظور بررسی دقیق‌تر اثرات ضدالتهابی یا محافظت عضلانی این ترکیبات، لازم است مجموعه‌ای جامع از نشانگرهای اختصاصی آسیب و محافظت عضلانی ارزیابی شوند. از دیگر محدودیت‌ها، عدم همسان‌سازی محلول‌ها بر اساس غلظت گلوکز و انرژی دریافتی بود. با توجه به تفاوت ترکیب قندی عسل و شیره عناب با دکستروز، تفاوت‌های مشاهده‌شده ممکن است علاوه بر نوع منبع کربوهیدرات، تحت تاثیر مقدار کل کربوهیدرات، نسبت گلوکز به فروکتوز و انرژی دریافتی باشد. از این‌رو، تفاوت‌های مشاهده‌شده را نمی‌توان به یک جزء خاص نسبت داد و پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده از شرایط هم‌کربوهیدرات و/یا هم‌انرژی استفاده گردد. در تبیین یافته‌ها، توجه به ساختار محلول‌ها حائز اهمیت است؛ زیرا درصد متفاوتی از فروکتوز موجب تفاوت در کربوهیدرات و انرژی دریافتی می‌شود که بر سرعت ورود قندها به چرخه متابولیک، اسمولالیته، ویسکوزیته و فرآیندهای گوارشی (تخلیه معده و جذب) اثرگذار است (۳۷، ۳۸). از این‌رو، نمی‌توان نقش این عوامل را در پاسخ‌های حاد شاخص‌های مورد بررسی(اینترلوکین-۶، آسپروسین و گرلین آسیل‌دار) به طور مجزا ارزیابی کرد. همچنین حضور ترکیبات زیست‌فعال مستقل از محتوای قندی، بر پاسخ‌های التهابی ناشتایی اثرگذار است(۲۳، ۳۱). بنابراین، تغییرات فیزیولوژیک مشاهده‌شده را نمی‌توان صرفاً به «نوع» منبع کربوهیدرات نسبت داد. از این‌رو پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی، پروتکل‌ها در شرایط هم‌کربوهیدرات و هم‌انرژی طراحی شوند تا سهم مجزای هر عامل دقیق‌تر مشخص گردد. همچنین، با توجه به اینکه اینترلوکین-۶ شاخص اختصاصی آسیب عضلانی محسوب نمی‌شود(۵، ۶)، در مطالعه حاضر امکان تفکیک دقیق پاسخ مایوکاینی ناشی از انقباض عضلانی از پاسخ‌های مرتبط با التهاب یا آسیب عضلانی بررسی نشده است. بنابراین، در مطالعات آینده باید برای ارزیابی دقیق‌تر آسیب عضلانی و التهابی، اینترلوکین-۶ را همراه با نشانگرهای اختصاصی‌تر اندازه‌گیری کرد. در پایان می‌توان نتیجه گرفت، مصرف محلول‌های طبیعی(عسل و عناب)، با الگوی مطلوب‌تری از تغییرات التهابی و هورمونی همراه است و می‌تواند به عنوان یک راهبرد تغذیه‌ای بالقوه در مدیریت پاسخ‌های فیزیولوژیک پس از تمرین شدید در فوتبالیست‌های جوان مورد توجه قرار گیرد.

## سپاسگزاری

مطالعه حاضر، حاصل پایان‌نامه دکتری رشته فیزیولوژی ورزشی سروش علی اصغری جلودار در دانشگاه مازندران است.

## References

1- Bangsbo J, Mohr M, Krustrup P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. J Sports Sci 2006; 24(7): 665-674. PMID: 16766496

2- Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. Physiology of soccer: an update. Sports Med 2005; 35(6): 501-536. PMID: 15974635

3- Clarkson PM, Hubal MJ. Exercise-induced muscle damage in humans. Am J Phys Med Rehabil 2002; 81(11 Suppl): S52-S69. PMID: 12409811

4- Peake JM, Neubauer O, Della Gatta PA, Nosaka K. Muscle damage and inflammation during recovery from

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-15 ]

exercise. J Appl Physiol (1985) 2017; 122(3): 559-570. PMID: 28035017

5- Pedersen BK, Febbraio MA. Muscle as an endocrine organ: focus on muscle-derived interleukin-6. Physiol Rev 2008; 88(4): 1379-1406. PMID: 18923185

6- Fischer CP. Interleukin-6 in acute exercise and training: what is the biological relevance? Exerc Immunol Rev 2006; 12: 6-33. PMID: 17201070

7- Steensberg A, Fischer CP, Keller C, Møller K, Pedersen BK. IL-6 enhances plasma IL-1ra, IL-10, and cortisol in humans. Am J Physiol Endocrinol Metab 2003; 285(2): E433-E437. PMID: 12857678

8- Nieman DC. Current perspective on exercise immunology. Curr Sports Med Rep 2003; 2(5): 239-242. PMID: 12959703

9- Duerrschmid C, He Y, Wang C, Li C, Bournat JC, Romere C, et al. Asprosin is a centrally acting orexigenic hormone. Nat Med 2017; 23(12): 1444-1453. PMID: 29106398

10- Romere C, Duerrschmid C, Bournat J, Constable P, Jain M, Xia F, et al. Asprosin, a fasting-induced glucogenic protein hormone. Cell 2016; 165(3): 566-579. PMID: 27087445

11- Broom DR, Batterham RL, King JA, Stensel DJ. Influence of resistance and aerobic exercise on hunger, circulating levels of acylated ghrelin, and peptide YY in healthy males. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol 2009; 296(1): R29-R35. PMID: 18987287

12- Sim AY, Wallman KE, Fairchild TJ, Guelfi KJ. High-intensity intermittent exercise attenuates ad-libitum energy intake. Int J Obes (Lond) 2014; 38(3): 417-422. PMID: 23835594

13- Wasse LK, Sunderland C, King JA, Batterham RL, Stensel DJ. Influence of rest and exercise at a simulated altitude of 4,000 m on appetite, energy intake, and plasma concentrations of acylated ghrelin and peptide YY. J Appl Physiol (1985) 2012; 112(4): 552-559. PMID: 22114179

14- Russell M, Kingsley M. The efficacy of acute nutritional interventions on soccer skill performance. Sports Med 2014; 44(7): 957-970. PMID: 24728928

15- Burke LM, Hawley JA, Wong SH, Jeukendrup AE. Carbohydrates for training and competition. J Sports Sci 2011; 29(Suppl 1): S17-S27. PMID: 21660838

16- Gunzer W, Konrad M, Pail E. Exercise-induced immunodepression in endurance athletes and nutritional intervention with carbohydrate, protein and fat—what is possible, what is not? Nutrients 2012; 4(9): 1187-1212. PMID: 23112908

17- Jeukendrup A. A step towards personalized sports nutrition: carbohydrate intake during exercise. Sports Med 2014; 44(Suppl 1): S25-S33. PMID: 24791914

18- Jentjens R, Jeukendrup AE. Determinants of post-exercise glycogen synthesis during short-term recovery. Sports Med 2003; 33(2): 117-144. PMID: 12617691

19- Betts JA, Williams C. Short-term recovery from prolonged exercise: exploring the potential for protein ingestion to accentuate the benefits of carbohydrate supplements. Sports Med 2010; 40(11): 941-959. PMID: 20942510

20- Tarazona-Díaz MP, Alacid F, Carrasco M, Martínez I, Aguayo E. Watermelon juice: potential functional drink for sore muscle relief in athletes. J Agric Food Chem 2013; 61(31): 7522-7528. PMID: 23862566

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-15 ]

21- Myburgh KH. Polyphenol supplementation: benefits for exercise performance or oxidative stress? Sports Med 2014; 44(Suppl 1): S57-S70. PMID: 24791917

22- Hills SP, Mitchell P, Wells C, Russell M. Honey supplementation and exercise: a systematic review. Nutrients 2019; 11(7): 1586. PMID: 31336992

23- Cianciosi D, Forbes-Hernández TY, Afrin S, Gasparrini M, Reboredo-Rodriguez P, Manna PP, et al. Phenolic compounds in honey and their associated health benefits: a review. Molecules 2018; 23(9): 2322. PMID: 30208664

24- Gao QH, Wu CS, Wang M. The jujube (Ziziphus jujuba Mill.) fruit: a review of current knowledge of fruit composition and health benefits. J Agric Food Chem 2013; 61(14): 3351-3363.

25- Plastina P, Bonofiglio D, Vizza D, Fazio A, Rovito D, Giordano C, et al. Identification of bioactive constituents of Ziziphus jujube fruit extracts exerting antiproliferative and apoptotic effects in human breast cancer cells. J Ethnopharmacol 2012; 140(2): 325-332. PMID: 23692771

26- Gleeson M, Bishop NC, Stensel DJ, Lindley MR, Mastana SS, Nimmo MA. The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. Nat Rev Immunol 2011; 11(9): 607-615. PMID: 21818123

27- Peake JM, Neubauer O, Della Gatta PA, Nosaka K. Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. J Appl Physiol (1985) 2017; 122(3): 559-570. PMID: 28035017

28- Rodriguez NR, Di Marco NM, Langley S. American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. Med Sci Sports Exerc 2009; 41(3): 709-731. PMID: 19225360

29- Owens DJ, Twist C, Cobley JN, Howatson G, Close GL. Exercise-induced muscle damage: what is it, what causes it and what are the nutritional solutions? Eur J Sport Sci 2019; 19(1): 71-85. PMID: 30110239

30- Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, Larson-Meyer DE, Peeling P, Phillips SM, et al. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. Br J Sports Med 2018; 52(7): 439-455. PMID: 29540367

31- Liu SJ, Lv YP, Tang ZS, Zhang Y, Xu HB, Zhang DB, et al. Ziziphus jujuba Mill., a plant used as medicinal food: a review of its phytochemistry, pharmacology, quality control and future research. Phytochem Rev 2021; 20(3): 507-541.

32- Bangsbo J, Iaia FM, Krustrup P. Metabolic response and fatigue in soccer. Int J Sports Physiol Perform 2007; 2(2): 111-127. PMID: 19124899

33- Ozyalcin B, Sanlier N. Chemerin and asprosin as promising biomarkers of metabolic syndrome: a scoping review. Curr Obes Rep 2025; 14(1): 75. PMID: 41139755

34- Jeukendrup AE. Training the gut for athletes. Sports Med 2017; 47(Suppl 1): 101-110. PMID: 28332114

35- Chen J, Tsim KWK. A review of edible jujube, the Ziziphus jujuba fruit: a health food supplement for anemia prevalence. Front Pharmacol 2020; 11: 593655. PMID: 33324222

36- Hawley JA, Leckey JJ. Carbohydrate dependence during prolonged, intense

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-15 ]

endurance exercise. Sports Med 2015; 45(Suppl 1): S5-S12. PMID: 26553495

37- Wolever TMS, Yang M, Zeng XY, Atkinson F, Brand-Miller JC. Food glycemic index, as given in glycemic index tables, is a significant determinant of glycemic responses elicited by composite breakfast meals. Am J Clin Nutr 2006; 83(6): 1306-1312. PMID: 16762941

38- Foster-Powell K, Holt SH, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. Am J Clin Nutr 2002; 76(1): 5-56. PMID: 12081815

39- Sukri NM, Ooi FK, Chen CK, Sirajudeen KNS. Effect of Acacia honey drink consumed pre and during exercise on glucose metabolism, total antioxidant status, and running performance in the heat. IIUM Med J Malays 2022; 21(3): 52-61.

40- King JA, Wasse LK, Broom DR, Stensel DJ. Influence of brisk walking on appetite, energy intake, and plasma acylated ghrelin. Med Sci Sports Exerc 2010; 42(3): 485-492.

41- Broom DR, Miyashita M, Wasse LK, Pulsford R, King JA, Thackray AE, et al. Acute effect of exercise intensity and duration on acylated ghrelin and hunger in men. J Endocrinol 2017; 232(3): 411-422. PMID: 27999089

42- Becker GF, Macedo RCO, Cunha GDS, Martins JB, Laitano O, Reischak-Oliveira A. Combined effects of aerobic exercise and high-carbohydrate meal on plasma acylated ghrelin and levels of hunger. Appl Physiol Nutr Metab 2012; 37(1): 184-192. PMID: 22300359

43- Eteraf-Oskouei T, Najafi M. Traditional and modern uses of natural honey in human diseases: a review. Iran J Basic Med Sci 2013; 16(6): 731-742. PMID: 23997898

44- Heydarian A, Tahvilian N, Shahinfar H, Abbas-Hashemi SA, Bahari H, Cheshmeh S, et al. The effect of consumption Ziziphus jujuba on metabolic factors: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. Clin Nutr Open Sci 2024; 55: 183-192.

45- Kloby Nielsen LL, Tandrup Lambert MN, Jeppesen PB. The effect of ingesting carbohydrate and proteins on athletic performance: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Nutrients 2020; 12(5): 1483. PMID: 32443678

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-15 ]