

## مطالعه اثرات محافظتی ویتامین E در برابر صدمات جنینی ایجادشده توسط لیپوپلی ساکاریدها در موش صحرایی

حسین محمدزاده<sup>۱</sup>، مسعود دل‌آشوب<sup>۲\*</sup>، منصور خاکپور<sup>۳</sup>

۱- دانش‌آموخته دانشکده دامپزشکی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

۲- گروه علوم پایه، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

۳- گروه پاتوبیولوژی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

\*نویسنده مسئول مکاتبات: masoud-delashoub@iaut.ac.ir

(دریافت مقاله: ۹۶/۵/۲۸ پذیرش نهایی: ۹۶/۱۱/۱۶)

### چکیده

لیپوپلی ساکاریدها از عوامل مهم آسیب‌های جنین در طی مراحل رشد می‌باشند. این آسیب‌ها شامل تاخیر در رشد جنین، مرگ داخل رحمی جنین، جذب جنینی و زایمان زودرس بوده و با استرس اکسیداتیو ناشی از لیپوپلی ساکاریدها مرتبط می‌باشند. هدف از این مطالعه بررسی اثر محافظتی ویتامین E در برابر صدمات جنینی ناشی از لیپوپلی ساکاریدها در موش صحرایی بود. در این مطالعه تعداد ۴۸ سر موش صحرایی آبستن به ۴ گروه تقسیم و به موش‌های گروه‌های ۱ و ۲ در روزهای ۱۵ تا ۱۷ آبستنی لیپوپلی ساکارید به میزان ۷۵ میکروگرم بر کیلوگرم به صورت داخل صفاقی، به گروه‌های ۲ و ۳ یک هفته قبل از تجویز لیپوپلی ساکارید، ویتامین E روزانه به میزان ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم به صورت داخل عضلانی و به گروه ۴ به عنوان شاهد، سالین نرمال به صورت داخل صفاقی تزریق گردید. در روز ۱۸ تمامی موش‌ها آسان‌کشی شدند. تعداد جنین‌های زنده و مرده شمارش شده، سپس تعداد جنین‌های زنده وزن گردیده و طول تاج-کفل در جنین‌های زنده و اسکلت در متاکارپ، متاتارس، بندهای انگشتان دست و پا و جناغ نیز اندازه‌گیری شد. میزان مالونیل‌دی‌آلدئید و گلو‌تاتیون بافتی کبد مادر، کبد جنین و جفت اندازه‌گیری شد. تجویز لیپوپلی ساکارید به‌طور معنی‌داری ( $p < 0/05$ ) موجب افزایش تلفات جنینی، کاهش وزن جنین و طول تاج-کفل در جنین‌های زنده و کاهش استخوانی‌شدن اسکلت در متاکارپ، متاتارس، بندهای انگشتان دست و پا و جناغ آن‌ها گردید. نتایج نشان داد که تجویز هم‌زمان ویتامین E و لیپوپلی ساکارید موجب کاهش آسیب‌های ناشی از لیپوپلی ساکارید و بهبود صدمات مربوطه در جنین موش صحرایی می‌شود.

کلیدواژه‌ها: ویتامین E، لیپوپلی ساکارید، آسیب جنین، آنتی‌اکسیدان، موش صحرایی.

## مقدمه

(Chen *et al.*, 2005; Ejima *et al.*, 2000). القاء LPS

باعث تحریک ماکروفاژها برای تولید انواع رادیکال‌های آزاد اکسیژن (reactive oxygen species; ROS) و افزایش نیترو تیروزین و نیتریک اکساید (NO) در ارگان‌های غنی از ماکروفاژ می‌شود (Gayle *et al.*, 2004). مطالعات اخیر نشان داد که N-استیل سیستین که یک پیش‌ساز گلوتاتیون و یک آنتی‌اکسیدان مستقیم است، باعث محافظت از مرگ جنین و زایمان زودرس ناشی از سمیت رادیکال‌های آزاد اکسیژن در اثر القاء LPS در مادر می‌شود (Altavilla *et al.*, 1990). انواعی از آنتی‌اکسیدان‌ها از موش‌ها در برابر زایمان زودرس و مرگ داخل رحمی جنین ناشی از القاء LPS محافظت کرده‌اند. ویتامین E به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان محلول در چربی، یکی از اعضاء خانواده آلفا، بتا، گاما و دلتا توکوفرول و مربوط به دلتا توکوترینول است (Herrera and Barbas, 2001). فرم فعال ویتامین E، هومولوگ آلفا توکوفرول است که غشاء سلول را از اکسیداسیون ناشی از واکنش رادیکال‌های آزاد اکسیژن و رادیکال‌های چربی تولیدشده در طی واکنش‌های زنجیره‌ای پراکسیداسیون چربی‌های غیر اشباع محافظت می‌کند (Griffith, 1980). اسید اسکوربیک یک آنتی‌اکسیدان است و نشان داده شده است که از نقص عضو جنین ناشی از دیابت ملیتوس تجربی ایجاد شده در دوره بارداری، جلوگیری می‌کند (Herrera and Barbas, 2001). در مطالعه‌ای دیگر تاثیر اسید اسکوربیک بر تحلیل رشد جنین و مرگ داخل رحمی جنین مورد بررسی قرار گرفته و نتایج نشان داده است که مصرف آن قبل از القاء LPS باعث جلوگیری از نقص رشد در جنین می‌شود، اما مصرف آن بعد از القاء

لیپوپلی‌ساکارید (LPS) یک ترکیب سمی در دیواره باکتری‌های گرم منفی بوده و معمولاً به مقدار زیادی در لوله گوارش انسان و حیوانات حضور دارد و به دنبال هرگونه استرس در دستگاه گوارش احتمال ورود این ماده به گردش خون و بیماری‌زایی این ماده در نقاط مختلف بدن وجود دارد (Jacob *et al.*, 1997). در بررسی‌های انجام شده، انتقال LPS از مادر به جنین موجب عوارض متعددی در جنین شده است که اختلال در رشد جنین یا مرگ جنین در دوران آبستنی می‌تواند از آن دسته عوارض باشد. این عوارض در انسان بیشتر با سقط جنین همراه بوده و در جوندگان می‌تواند با مرگ جنین در داخل رحم و یا جلوگیری از رشد آن و ایجاد جنین نارس همراه باشد (Buhimschi *et al.*, 2003; Ogando *et al.*, 2003; Silver *et al.*, 1995). مطالعات متعدد نشان داده‌اند که فاکتور توموری نکروز آلفا (TNF- $\alpha$ ) یکی از واسطه‌های عمده است که باعث تحلیل در رشد جنینی، مرگ جنین در داخل رحم و زایمان زودرس شده و در اثر تزریق LPS به وجود می‌آید (Buhimschi *et al.*, 2003; Cederberg *et al.*, 2001). همچنین زمانی که مادر در معرض LPS قرار می‌گیرد، به‌طور معنی‌داری بیان آنزیم نیتریک اکساید سنتاز (iNOS) در سلول‌های جفت و میومتر و همچنین تولید نیتریک اکساید در جفت و رحم افزایش می‌یابد (Bautista *et al.*, 1990). پروستاگلندین‌ها نقش مهمی در مسمومیت جنینی ناشی از القاء LPS دارند. همچنین، یکی از مهم‌ترین دلایل عوارض ناشی از این ماده تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن (ROS) است که موجب مرگ داخل رحمی جنین و تحلیل رشد جنین می‌شود

یک هفته در شرایط آزمایشگاه نگهداری شده و هر روز از لحاظ بالینی مورد ارزیابی قرار گرفتند. یکی از معیارهای مهم ارزیابی سلامت حیوانات، وزن‌گیری در روز صفر و تکرار وزن‌گیری در روز هفتم بود. حیوانات در قفس‌های فلزی با دمای محیط ۲۰ الی ۲۶ درجه سانتی‌گراد، رطوبت ۴۰ الی ۷۴ درصد، تهویه ۱۰ الی ۱۵ بار در ساعت و روشنایی ۱۲ ساعت در روز (۷ الی ۱۹) نگهداری شدند. از غذای آماده قابل دسترس به صورت پلت برای موش‌های صحرایی استفاده گردید. جهت انجام جفت‌گیری، حیوانات نر و ماده در طول مدت شب به نسبت ۲ به ۴ در داخل قفس قرار گرفتند. صبح روز بعد برای بررسی لقاح، حیوانات ماده از لحاظ تشکیل پلاک واژینال و همچنین وجود و یا عدم وجود اسپرم در اسمیر واژن مورد ارزیابی قرار گرفتند. ماده‌هایی که مثبت بودند به عنوان روز صفر آبستنی تلقی شدند. سن حیوانات ماده در زمان آبستنی ۱۲ هفته بود. حیواناتی که نتیجه آزمایش در آنها منفی بود، از آزمایش حذف شدند. ماده‌های مثبت به تعداد ۴۸ سر و با محدوده وزنی ۲۰۰ الی ۲۵۰ گرم انتخاب و به صورت تصادفی در ۴ گروه ۱۲ تایی تقسیم شدند. در روزهای ۱۵ تا ۱۷ آبستنی، به ترتیب به گروه‌های اول و دوم، مقدار ۷۵ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن از LPS باکتری گرم منفی /شرشیاکلی سروتیپ 0127:H8 به صورت داخل صفاقی تزریق شد. گروه‌های دوم و سوم از یک هفته قبل از تزریق LPS، روزانه مقدار ۲۰ mg/kg ویتامین E به صورت داخل عضلانی دریافت کردند. گروه چهارم به عنوان گروه شاهد بوده و برای مشابه‌سازی استرس تزریق به آنها سالی‌نرمال تزریق شد. در روز ۱۸ تمامی حیوانات بعد از بیهوشی

LPS اثر محافظتی کمتری بر مرگ داخل رحمی جنین خواهد داشت (Buhimschi *et al.*, 2003). نشان داده است که در استرس اکسیداتیو ناشی از القاء LPS درمان با یکی از عوامل محافظت‌کننده مانند ویتامین E بسیار مهم است. لذا، در این مطالعه اثر حفاظتی ویتامین E در برابر صدمات جنینی ایجادشده توسط LPS در موش صحرایی مورد بررسی قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

این مطالعه به صورت تجربی آزمایشگاهی و در دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز در سال ۹۶-۹۵ با رعایت حقوق حیوانات آزمایشگاهی با دریافت کد کمیته اخلاق پژوهش علوم پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز به شماره شناسایی IR.IAUT.TABRIZ.REC.1396.64 انجام پذیرفت.

- **مواد شیمیایی:** لیپولی ساکارید (LPS) باکتری /شرشیاکلی سروتیپ 0127:H8، اسید اسکوربیک، TBARS (Thiobarbituric acid reactive substances)، کیت سنجش گلو‌تاتیون و سایر مواد اقلام مورد استفاده در این مطالعه، از شرکت سیگما ساخت کشور آمریکا خریداری شدند.

- **حیوانات:** حیوانات آزمایشگاهی مورد استفاده در این مطالعه، موش‌های صحرایی نژاد ویستار بودند. موش‌های جنس ماده با وزن تقریبی ۱۸۰ الی ۲۰۰ گرم و به تعداد ۶۴ سر و جنس نر با وزن تقریبی ۲۰۰ تا ۲۲۰ گرم و به تعداد ۳۲ سر جهت جفت‌گیری ابتدایی انتخاب شدند. تمامی موش‌ها از محل نگهداری حیوانات آزمایشگاهی دانشگاه علوم پزشکی تبریز خریداری گردید. در ابتدا برای بررسی وضعیت سلامت، به مدت

نمونه حاصل با ۳/۵ میلی‌لیتر ان-بوتانول (n-butanol) به مدت ۵ دقیقه ترکیب شد. بعد از سانتریفیوژ با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، فاز بوتانول جداسازی شده و کدورت ماده باقی‌مانده توسط اسپکتروفوتومتر (نانومول بر میلی‌گرم) مشخص شد (Savitha et al., 2005).

– **اندازه‌گیری مقادیر GSH:** سنجش مقادیر GSH با استفاده از روش Griffith انجام شد (Nordberg and Arner, 2001). ابتدا بافت کبد هموژنیزه شده، سپس ۰/۴ میلی‌لیتر از آن با ۰/۴ میلی‌لیتر محلول اسید متافسفریک مخلوط گردید تا پروتئین‌های آن رسوب کند. بعد از ۴۰ دقیقه با استفاده از سانتریفیوژ با دور ۵۰۰۰ rpm به مدت ۵ دقیقه، پروتئین رسوبی جداسازی شد. ۴۰۰ میکرولیتر از مایع رویی با ۰/۴ میلی‌لیتر محلول فسفات هیدروژن سدیم مخلوط شد و جذب نوری آن در ۴۱۲ نانومتر قرائت گردید. مقادیر GSH با واحد نانومول بر میلی‌گرم پروتئین، تعیین شد.

– **نحوه ارزیابی رشد جنین‌ها:** در ابتدا برای اینکه نفوذ رنگ به درون جنین‌ها بهتر شود، پوست جنین‌ها جدا شد. سپس جنین‌ها به مدت ۳ روز در اتانول ۹۵ درصد قرار گرفتند. برای رنگ‌آمیزی غضروف‌ها، به مدت ۲ روز در محلولی از آلسین بلو، اتانول و اسید استیک گلاسیال قرار گرفتند، سپس شستشو داده شدند. برای رنگ‌آمیزی استخوان‌ها، به مدت ۲ روز رنگ‌آمیزی با آلزارین رد (alizarin red) صورت گرفت. عمل شفاف‌سازی با پتاس نیم درصد صورت گرفت. درجه رشد جنین بر اساس روش آلورتی و همکاران در سال ۱۹۷۹ صورت گرفت (Aliverti et al., 1979). در جستجوی یک شاخص اضافی، تعدادی از مراکز

توسط اتر آسان‌کشی شده و رحم آنها به صورت جداگانه وزن شد و سپس تعداد جنین‌های مرده و زنده شمارش شده و بعد از وزن‌کشی جنین‌های زنده و جفت آنها، با استفاده از کولیس اندازه جمجمه تا دم در جنین‌های زنده و اسکلت در متاکارپ، متاتارس، بندهای انگشتان دست و پا و جناغ مشخص شد. موش‌های صحرایی بعد از بیهوشی با اتر آسان‌کشی و سپس کالبدگشایی گردیده و نمونه‌هایی از کبد مادر و جنین‌های مربوطه جداسازی شد و از نمونه‌های مذکور هموژنات تهیه گردید و مقادیر گلوکوتایون بافتی (GSH) و میزان پراکسیداسیون لیپیدی (LPO) آن‌ها توسط کیت‌های اختصاصی مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس جنین‌ها به مدت حداقل ۲ هفته در اتانول نگهداری شده و بعد از انجام مراحل آماده‌سازی، از لحاظ اندازه بخش‌های مختلف بدن که می‌توانند شاخصی برای نشان دادن رشد جنین باشند، بررسی شدند (Delashoub et al., 2014).

– **اندازه‌گیری پراکسیداسیون لیپیدی:** سنجش پراکسیداسیون لیپیدی با اندازه‌گیری مالون‌دی‌آلدئید (Malondialdehyde; MDA) صورت پذیرفت. اندازه‌گیری سطوح MDA با استفاده از تیوباربتوریک اسید (TBA) انجام شد. به‌طور خلاصه ۵۰ میکرولیتر نمونه در لوله ریخته شد و ۱ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه گردید. بعد از اضافه کردن محلول حاوی ۲۹ میلی‌مول TBA (خریداری شده از شرکت سیگما) در اسید استیک، کاملاً مخلوط شد، سپس به مدت یک ساعت در بن‌ماری ۱۰۰ درجه قرار گرفت. آنگاه نمونه‌ها خنک شده و ۲۵ میکرولیتر از اسید هیدروکلریک (HCL) (۵ مول در لیتر) به آن اضافه شد.

استخوانی شدن بندهای اندام‌های حرکتی پیشین و پسین در گروه مواجهه با لیپوپلی ساکارید نسبت به سایر گروه‌ها وجود داشت ( $p < 0/01$ ). درجه استخوانی شدن متاتارس در گروه مواجهه با لیپوپلی ساکارید با سایر گروه‌ها دارای اختلاف آماری معنی‌داری بود ( $p < 0/05$ ). مقادیر مالون‌دی‌آلدئید (MDA) به طور معنی‌داری در کبد مادر و کبد جنین ( $p < 0/01$ ) و همچنین جفت ( $p < 0/05$ ) در گروه مواجهه با لیپوپلی ساکارید نسبت به سایر گروه‌ها افزایش یافته بود (جدول ۳). در حالی که میزان مالونیل دی‌آلدئید جفت در میان گروه تیمار با ویتامین E به علاوه لیپوپلی ساکارید، با گروه شاهد اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت. این در حالی است که اختلاف آماری معنی‌داری در میزان مالونیل دی‌آلدئید کبد مادر بین گروه مواجهه با لیپوپلی ساکارید و تیمار با ویتامین E به علاوه لیپوپلی ساکارید وجود داشت ( $p < 0/01$ ).

مقایسه مقادیر به دست آمده برای GSH بین گروه‌ها در جدول ۴ مشخص شده است. مواجهه با لیپوپلی- ساکارید به مقدار قابل توجهی میزان GSH را در کبد مادر کاهش داد که با دو گروه شاهد و تیمار با ویتامین E اختلاف آماری معنی‌داری داشت ( $p < 0/05$ ). تیمار با ویتامین E نتوانست به طور معنی‌داری از کاهش میزان GSH کبد مادر در اثر لیپوپلی ساکارید، جلوگیری کند. در کبد جنین و جفت نیز میزان GSH در گروه مواجهه با لیپوپلی ساکارید در مقایسه با بقیه گروه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت ( $p < 0/01$ ). در ضمن میزان این ماده در کبد جنین و جفت در گروه مواجهه با لیپوپلی ساکارید با گروه تیمار با لیپوپلی ساکارید و ویتامین E نیز اختلاف آماری معنی‌داری داشت ( $p < 0/05$ ).

استخوانی نشده در ۵ ناحیه اسکلتی شامل جناغ، متاکارپ، متاتارس، بندهای اندام حرکتی پیشین و پسین در جنین موش‌ها بررسی شد (Buhimschi et al., 2003).

- تحلیل آماری داده‌ها: برای بررسی تفاوت‌های آماری معنی‌دار بین گروه‌های مورد مطالعه، آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و پس‌آزمون HSD توسط نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۶ مورد استفاده قرار گرفت. مقادیر  $p < 0/05$  معنی‌دار در نظر گرفته شد.

## یافته‌ها

نتایج مربوط به وزن جنین‌ها، تعداد جنین‌های زنده و مرده، وزن جفت‌ها، جذب جنینی و طول ستون فقرات در جدول ۱ آورده شده است. اختلاف معنی‌دار و مشخصی در وزن جفت و جنین میان گروه مواجهه با لیپوپلی ساکارید و سایر گروه‌ها مشاهده شد ( $p < 0/05$ ). همین‌طور تفاوت آماری معنی‌داری میان تعداد جنین‌های مرده و زنده در گروه مواجهه با لیپوپلی ساکارید با سایر گروه‌ها وجود داشت ( $p < 0/05$ ). تفاوت آماری معنی‌داری میان گروه مواجهه با لیپوپلی ساکارید و سایر گروه‌ها در جذب جنین وجود نداشت ( $p < 0/05$ ). میزان طول تاج کفل در گروه لیپوپلی ساکارید به طور معنی‌داری از بقیه گروه‌ها کمتر بود ( $p < 0/05$ ).

مقایسه مقادیر مربوط به رشد بخش‌های مختلف استخوانی جنین‌ها بین گروه‌ها در جدول ۲ آورده شده است. تفاوت آماری معنی‌داری در درجه استخوانی شدن متاکارپ و جناغ بین گروه‌های مورد مطالعه مشاهده نشد. در مقابل، تفاوت آماری معنی‌داری میان درجه

جدول ۱- مقایسه گروه‌ها از لحاظ وزن جفت، تعداد جنین‌های زنده و مرده، وزن جنین‌ها، میزان جذب جنین و طول بدن (میانگین  $\pm$  انحراف معیار).

گروه‌ها	شاهد	ویتامین E	لیپوپلی ساکارید	لیپوپلی ساکارید+ویتامین E	معنی داری
فراسنجه‌ها					
وزن جفت (گرم)	۰/۵۸ $\pm$ ۰/۰۵ <sup>a</sup>	۰/۵۷ $\pm$ ۰/۰۷ <sup>a</sup>	۰/۳۸ $\pm$ ۰/۰۴ <sup>b</sup>	۰/۵۲ $\pm$ ۰/۰۲ <sup>a</sup>	۰/۰۲۱
وزن جنین زنده (گرم)	۴/۰۱ $\pm$ ۰/۰۰۶ <sup>a</sup>	۳/۹۵ $\pm$ ۰/۰۳۳ <sup>a</sup>	۳/۱۵ $\pm$ ۰/۰۱ <sup>b</sup>	۳/۷۸ $\pm$ ۰/۰۳۱ <sup>a</sup>	۰/۰۳۶
تعداد جنین زنده	۱۲/۱ $\pm$ ۰/۱۲ <sup>a</sup>	۱۱/۸۵ $\pm$ ۰/۱ <sup>a</sup>	۶/۲ $\pm$ ۰/۳ <sup>b</sup>	۱۱/۶۷ $\pm$ ۰/۱ <sup>a</sup>	۰/۰۰۷
تعداد جنین مرده	۰/۱۱ $\pm$ ۰/۰۲ <sup>a</sup>	۰/۱۳ $\pm$ ۰/۰۲ <sup>a</sup>	۰/۲۸ $\pm$ ۰/۰۲ <sup>b</sup>	۰/۱۴ $\pm$ ۰/۰۱ <sup>a</sup>	۰/۰۰۲
میزان جذب جنینی	۰/۵۸ $\pm$ ۰/۰۲	۰/۵۹ $\pm$ ۰/۰۲	۰/۶۵ $\pm$ ۰/۳۳	۰/۵۹ $\pm$ ۰/۰۱۷	۰/۰۸۱
طول تاج-کفل (میلی‌متر)	۳/۹۲ $\pm$ ۰/۴۴ <sup>a</sup>	۳/۹۰ $\pm$ ۰/۰۱ <sup>a</sup>	۳/۴۵ $\pm$ ۰/۱۸ <sup>b</sup>	۳/۸۷ $\pm$ ۰/۱۴ <sup>a</sup>	۰/۰۲۹

a,b: حروف مختلف در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌دار بین گروه‌ها می‌باشد ( $p < 0.05$ ).

جدول ۲- مقایسه رشد بخش‌های مختلف استخوانی جنین بین گروه‌های مورد مطالعه (میانگین  $\pm$  انحراف معیار).

گروه‌ها	شاهد	ویتامین E	لیپوپلی ساکارید	لیپوپلی ساکارید+ویتامین E	معنی داری
فراسنجه‌ها (میلی‌متر)					
متاکارپ	۳/۹۵ $\pm$ ۰/۰۱	۳/۸۹ $\pm$ ۰/۰۷	۳/۷۸ $\pm$ ۰/۱	۳/۸۵ $\pm$ ۰/۰۲۳	۰/۰۷۹
متاتارس	۴/۸۶ $\pm$ ۰/۰۲ <sup>a</sup>	۴/۸۱ $\pm$ ۰/۰۱ <sup>a</sup>	۴/۵۱ $\pm$ ۰/۰۵ <sup>b</sup>	۴/۷۷ $\pm$ ۰/۰۴ <sup>a</sup>	۰/۰۲۵
بند اندام‌های حرکتی پیشین	۳/۸۹ $\pm$ ۰/۰۱ <sup>a</sup>	۳/۸۲ $\pm$ ۰/۰۶ <sup>a</sup>	۲/۹ $\pm$ ۰/۰۴ <sup>b</sup>	۳/۷۶ $\pm$ ۰/۰۳۱ <sup>a</sup>	۰/۰۰۹
بند اندام‌های حرکتی پسین	۳/۵۵ $\pm$ ۰/۰۲۴ <sup>a</sup>	۳/۵۱ $\pm$ ۰/۰۳ <sup>a</sup>	۲/۴۵ $\pm$ ۰/۰۱ <sup>b</sup>	۳/۵ $\pm$ ۰/۰۰ <sup>a</sup>	۰/۰۰۶
جناغ	۵/۹۷ $\pm$ ۰/۰۵۴	۵/۹۴ $\pm$ ۰/۰۳	۵/۸۸ $\pm$ ۰/۰۲	۵/۹۲ $\pm$ ۰/۰۱	۰/۰۸۲

a,b: حروف مختلف در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌دار بین گروه‌ها می‌باشد ( $p < 0.05$ ).

جدول ۳- مقایسه مقادیر مالون‌دی‌آلدئید (نانومول بر میلی‌گرم) بافت‌های مختلف بین گروه‌های مورد مطالعه (میانگین  $\pm$  انحراف معیار).

گروه‌ها	مالونیل‌دی‌آلدئید جفت	مالونیل‌دی‌آلدئید کبد مادر	مالونیل‌دی‌آلدئید کبد جنین
شاهد	۲۵۵/۱ $\pm$ ۱۲/۳ <sup>a</sup>	۴۳۲/۴۵ $\pm$ ۳۱/۹ <sup>a</sup>	۲۷۱/۴ $\pm$ ۳۱/۱ <sup>a</sup>
ویتامین E	۲۶۴/۴ $\pm$ ۵/۷ <sup>a</sup>	۴۴۷/۳۹ $\pm$ ۱۰/۰ <sup>a</sup>	۲۷۹/۶ $\pm$ ۲۱/۸۷ <sup>a</sup>
لیپوپلی ساکارید	۳۶۸/۸ $\pm$ ۲۴/۸ <sup>b</sup>	۷۱۰/۱۱ $\pm$ ۵۴/۳ <sup>c</sup>	۵۳۱/۸۶ $\pm$ ۸۸/۹ <sup>c</sup>
E ویتامین+لیپوپلی ساکارید	۲۶۹/۱۲ $\pm$ ۱۵/۲ <sup>a</sup>	۴۷۹/۵۸ $\pm$ ۲۳/۲ <sup>b</sup>	۳۲۱/۰۱ $\pm$ ۱۰/۹۷ <sup>b</sup>
معنی داری	۰/۰۱۹	۰/۰۰۵	۰/۰۰۹

a,b: حروف مختلف در هر ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌دار بین گروه‌ها می‌باشد ( $p < 0.05$ ).

جدول ۴- مقایسه مقادیر گلوکوتاتیون (نانومول بر میلی‌گرم) بافت‌های مختلف بین گروه‌های مورد مطالعه (میانگین  $\pm$  انحراف معیار).

گروه‌ها	فراسنجه‌ها	جفت	کبد مادر	کبد جنین
شاهد	۵۴۶/۱ $\pm$ ۶۵/۹۸ <sup>a</sup>		۱۰۲۵/۲۳ $\pm$ ۲۴/۶ <sup>a</sup>	۶۸۴/۴۳ $\pm$ ۲۵/۸ <sup>a</sup>
ویتامین E	۵۳۷/۳۴ $\pm$ ۳۱/۷ <sup>a</sup>		۱۰۰۰/۴۳ $\pm$ ۱۵/۷ <sup>a</sup>	۶۷۸/۲۱ $\pm$ ۱۴/۶ <sup>a</sup>
لیپوپولی ساکارید	۲۴۷/۲۸ $\pm$ ۵۱/۳ <sup>c</sup>		۷۲۴/۲۸ $\pm$ ۷۶/۹ <sup>b</sup>	۳۰۵/۲۳ $\pm$ ۷۶/۵ <sup>c</sup>
ویتامین E + لیپوپولی ساکارید	۴۱۰/۲۶ $\pm$ ۴۷/۸ <sup>b</sup>		۷۵۴/۴ $\pm$ ۱۲۷/۲ <sup>b</sup>	۵۷۰/۲۳ $\pm$ ۴۱/۶ <sup>b</sup>
معنی داری	۰/۰۰۹	۰/۰۱۷	۰/۰۰۶	

a,b: حروف مختلف در هر ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌دار بین گروه‌ها می‌باشد ( $p < 0.05$ ).

## بحث و نتیجه‌گیری

لیپوپولی ساکارید (LPS) یک ترکیب سمی در دیواره باکتری‌های گرم منفی بوده و معمولاً به مقدار زیادی در لوله گوارش انسان و حیوانات حضور دارد (Jacob et al., 1997) و به‌دنبال هرگونه استرس در دستگاه گوارشی احتمال ورود این ماده به جریان گردش خون و بیماری‌زایی آن در نقاط مختلف بدن وجود دارد (Fukui et al., 1991). با انتقال LPS از مادر به جنین عوارض متعددی از جمله اختلال در رشد یا مرگ جنین ایجاد شده است که در انسان بیشتر با سقط جنین همراه بوده (Romero et al., 1988) و در جوندگان می‌تواند با مرگ جنین در داخل رحم و یا جلوگیری از رشد آن و ایجاد جنین نارس همراه باشد (Ogando et al., 2003). یکی از مهم‌ترین دلایل عوارض ناشی LPS تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن از ماکروفاژها به دنبال تحریک آن‌ها توسط LPS می‌باشد (Silver et al., 1995). از طرف دیگر LPS موجب اختلال در عملکرد آنزیم هم‌اکسیژناز ۱ در کبد جنین می‌شود که با افزایش تولید رادیکال آزاد همراه است (Bautista et al., 1990).

با توجه به مطالب فوق و تحقیقات انجام شده، این نکته به اثبات رسیده است که عوارض ایجادشده توسط LPS به‌دنبال ایجاد یک سمیت اکسیداتیو در بدن می‌باشد (Silver et al., 1995; Bautista et al., 1990). با توجه به نوع عارضه ایجادشده از LPS، استفاده از روش‌های مختلف برای کاهش سمیت اکسیداتیو این ماده بسیار مهم بوده و یکی از این روش‌ها استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها می‌باشد (Buhimschi et al., 2003; Yuan-Hua et al., 2006). آنتی‌اکسیدان‌ها در بسیاری از سرطان‌ها همواره به‌عنوان یک ماده محافظت‌کننده و همچنین پیشگیری‌کننده مطرح بوده‌اند و استفاده از آن‌ها در برابر آسیب‌های اکسیداتیو توصیه شده است (Shen et al., 2005). مشخص شده است که استفاده از داروهای آنتی‌اکسیدان می‌تواند آسیب جنینی ایجادشده توسط LPS در موش را کاهش دهد (Buhimschi et al., 2003; Chen et al., 2005; Yuan-Hua et al., 2006). مطالعات محققین در سال ۲۰۰۳ نشان داد که N-acetylcysteine که پیش‌ساز گلوکوتاتیون بوده و از طرف دیگر دارای نقش آنتی‌اکسیدانی می‌باشد، قادر است نقش محافظتی در برابر سقط جنین ناشی از LPS داشته باشد (Buhimschi et al., 2003). محققان چینی

ایجاد شده توسط دوگوزوروبیسین (doxorubicin) را که در واقع عارضه‌ای ناشی از رادیکال‌های آزاد می‌باشد، کاهش دهد (Kalender *et al.*, 2005). مشخص شده است که ویتامین A نیز قادر است عوارض LPS را تا حد زیادی کاهش دهد ولی قدرت آنتی‌اکسیدانی آن در مقایسه با ویتامین E کمتر می‌باشد (Delashoub *et al.*, 2014).

در مطالعه حاضر نشان داده شد که LPS می‌تواند منجر به استرس اکسیداتیو و آسیب ناشی از آن در بدن مادر و جنین گردد. این اثر با بررسی افزایش مقادیر MDA و کاهش مقادیر GSH و همین‌طور تاثیر روی رشد جنین قابل توجه است. مواجهه با LPS به طور معنی‌داری منجر به کاهش وزن جنین، طول بدن جنین و همین‌طور کاهش رشد استخوانی در بندهای اندام‌های حرکتی پیشین و پسین و همین‌طور متاتارس می‌شود که یافته اخیر با نتایج ریورا و همکاران در سال ۱۹۹۸ هم‌خوانی دارد (Rivera *et al.*, 1998). افزایش مقادیر MDA در بررسی حاضر به دلیل افزایش در ساخت و تولید گونه‌های فعال اکسیژن می‌باشد. LPS منجر به آسیب اکسیداتیو در ارگان‌های مختلف می‌گردد که با افزایش مقادیر MDA در سرم و بافت‌ها مشخص می‌شود. یافته‌های بررسی اخیر با نتایج محققان پیشین در این زمینه هم‌خوانی دارد (Altavilla *et al.*, 1990; Ben-Shaul *et al.*, 2001; Nordberg and Arner, 2001). تحقیق انجام گرفته توسط باتیستا و همکارانش در سال ۱۹۹۰ نشان داد که LPS منجر به تحریک ماکروفاژها شده و باعث تولید گونه‌های فعال اکسیژن در بافت‌ها می‌شود که با افزایش نیتروزین در ارگان‌های غنی از ماکروفاژ همراه است (Bautista *et al.*, 1990). اجیما و همکارانش در سال ۱۹۹۹ نشان دادند که LPS

نیز در سال ۲۰۰۶ نشان دادند که استفاده از اسید آسکوربیک به عنوان آنتی‌اکسیدان، می‌تواند نقش پیشگیرانه‌ای در برابر عوارض و آسیب‌های جنینی ناشی از LPS داشته باشد (Yuan-Hua *et al.*, 2006).

آنتی‌اکسیدان‌ها می‌توانند خطر پیشرفت ده‌ها بیماری مهلک را کاهش دهند و باعث عمری طولانی‌تر و با کیفیت بالاتر شوند (Para *et al.*, 1998). ویتامین E یکی از ویتامین‌های محلول در چربی است. این ویتامین همچون ویتامین C خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارد و اثرات مخرب رادیکال‌های آزاد در بافت‌های بدن را از بین می‌برد. سابیک و همکاران در سال ۲۰۰۹ اثرات حمایتی ویتامین E و گیاه زنجبیل بر سمیت القاء شده توسط سیکلوفسفامید در دستگاه تولید مثل موش‌های نر، پیش از شروع دوره شیمی‌درمانی را گزارش کردند (Sabik *et al.*, 2009). الشمسی و همکاران در سال ۲۰۰۴ نیز نشان داده‌اند که ویتامین E با کاهش گلوکز خون در موش‌های آزمایشگاهی دیابتی موجب کاهش عوارض بیماری می‌گردد. در مطالعه ایشان کاهش مالونیل‌دی‌آلدئید (MDA) و افزایش گلوتاتیون (GSH) و سوپراکسید دیسموتاز (SOD) در موش‌های دیابتی تیمار شده با ویتامین E گزارش شده است (Alshamsi *et al.*, 2004). ویتامین E با جلوگیری از پراکسیداسیون لیپیدها و محافظت در برابر رادیکال‌های آزاد، مهم‌ترین آنتی‌اکسیدان غشاهای بیولوژیک است (Traber and Atkinson, 2007). شن و همکارانش در سال ۲۰۰۵ ثابت کردند که استفاده از ویتامین E و سلنیوم می‌تواند میزان آپوپتوز سلولی را کاهش دهد (Shen *et al.*, 2005). در سال ۲۰۰۵ جمعی از محققان ترکیه‌ای ثابت کردند که استفاده از ویتامین E می‌تواند سمیت کبدی



نشان داد که مصرف هم‌زمان ویتامین E با LPS منجر به کاهش عوارض این ماده در روند رشد جنین و همین‌طور روند استخوان‌سازی در قسمت‌های مختلف از قبیل بندهای اندام‌های حرکتی پیشین و پسین و متاتارس می‌گردد. همین‌طور این ویتامین قادر بوده مقادیر MDA در کبد جنین و مادر را که به‌دنبال استفاده از LPS افزایش چشمگیری داشت، تا حد طبیعی خود کاهش دهد. همچنین کاهش معنی‌دار GSH به‌دنبال مواجهه با LPS، با درمان هم‌زمان با ویتامین E به‌صورت معنی‌داری جبران شد. تمامی نتایج فوق نشان از قدرت حفاظتی ویتامین E در برابر عوارض ناشی از LPS در جنین دارد. با توجه به اینکه استفاده از داروهای مختلف در طول دوران بارداری محدودیت‌های زیادی دارند، لذا استفاده از ویتامین E به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان ایمن، در برابر عوارض جنینی LPS توصیه می‌گردد.

### سپاسگزاری

بدینوسیله از حمایت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز در انجام این تحقیق کمال تشکر و قدردانی را داریم.

### تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافی ندارند.

منجر به افزایش میزان ۴-هیدروکسی-۲-نوننال (4-hydroxy-2-nonenal) در جفت می‌شود که این پروتئین هم دلیل دیگری بر ایجاد استرس اکسیداتیو در جنین می‌باشد (Ejima *et al.*, 2000). رادی و همکارانش ثابت کردند که کاهش گروه‌های سولفیدریل بعد از اندوتوکسمی ممکن است به دلیل افزایش تولید رادیکال‌های آزاد و نیتریک اکسید (NO) باشد که دلیل دیگری بر آسیب اکسیداتیو است (Radi *et al.*, 1991). این کاهش در گروه‌های سولفیدریل ممکن است به دلیل کاهش در تولید پروتئین‌های دارای گروه‌های SH و کاهش در تولید GSH و کاهش فعالیت گلوپروتئین ردوکتاز در بافت‌ها باشد (Savitha *et al.*, 2005). گلوپروتئین به‌عنوان یکی از مشهورترین مولکول‌های نابودکننده رادیکال‌های آزاد در سیتوپلاسم می‌باشد. در مطالعه حاضر، کاهش در مقادیر این ماده در کبد مادر و جنین بعد از استفاده از LPS نشان می‌دهد که LPS منجر به افزایش آسیب اکسیداتیو و به طبع آن کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گشته است. این کاهش در میزان GSH می‌تواند منجر به افزایش آسیب در چربی‌ها، پروتئین‌ها و همین‌طور DNA شود (Riedel and Maulik, 1999). ویتامین E به‌عنوان عاملی آنتی‌اکسیدانی، قادر است به‌طور مستقیم با کاهش پراکسیدازهای غشا باعث کاهش عملکرد رادیکال‌های آزاد و کاهش آسیب اکسیداتیو گردد. این کار با تسهیل عملکرد GSH پراکسیداز هموارتر می‌شود. مطالعه اخیر

## منابع

- Aliverti, V., Bonanomi, L. and Giavini, E. (1979). The extent of fetal ossification as an index of delayed development in teratogenic studies on the rat. *Teratology*, 20(2): 237-242.
- AlShamsi, M., Amin, A. and Adeghate, E. (2004). Beneficial effect of vitamin E on the metabolic parameters of diabetic rats. *Cell Biochemistry*, 261(1-2): 35-42.
- Altavilla, D., Squadrito, G., Minutlo, L., Deodato, B., Bova, A., Sardella, A., *et al.* (1990). Inhibition of nuclear factor-kB activation by IRFI 042 protects against endotoxin-induced shock. *Cardiovascular Research*, 54(3): 684-693.
- Bautista, A.P., Meszaros, K., Bojta, J. and Spitzer, J.J. (1990). Superoxide anion generation in the liver during the early stage of endotoxemia in rats. *Journal of Leukocyte Biology*, 48(2): 123-128.
- Ben-Shaul, V., Lomnitski, A., Nyska, A., Zurovsky, Y., Bergman, M. and Grossman, S. (2001). The effect of natural antioxidants, NOA and apocynin, on oxidative stress in the rat heart following LPS challenge. *Toxicology Letters*, 123(1): 1-10.
- Buhimschi, I.A., Buhimschi, C.S. and Weiner, C.P. (2003). Protective effect of *N*-acetylcysteine against fetal death and preterm labor induced by maternal inflammation. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 188(1): 203-208.
- Cederberg, J., Siman, C.M. and Eriksson, U.J. (2001). Combined treatment with Vitamin E and Vitamin C decreases oxidative stress and improves fetal outcome in experimental diabetic pregnancy. *Pediatrics Research*, 49(6): 755-762.
- Chen, Y.H., Wang, G.P., Wang, H., Sun, M.F., Wei, L.Z., Wei, W., *et al.* (2005). Lipopolysaccharide treatment down regulates the expression of the pregnant X receptor, *cyp3a11* and *mdr1a* genes in mouse placenta. *Toxicology*, 211(3): 242-252.
- Delashoub, M., Banan Khojasteh, S.M. and Khodadadi, A. (2014). Protective Role of Vitamin A against Fetal Injuries Induced by Lipopolysaccharides. *Annual Research and Review in Biology*, 4(12): 1948-1957. [In Persian]
- Ejima, K., Koji, W., Tsuruta, D., Nanri, H., Kashimura, M. and Ikeda, M. (2000). Induction of apoptosis in placentas of pregnant mice exposed to lipopolysaccharides possible involvement of Fas/Fas ligand system. *Biology of Reproduction*, 62(1): 178-185.
- Fukui, H., Brauner, B., Bode, J.C. and Bode, C. (1991). Plasma endotoxin concentrations in patients with alcoholic and non-alcoholic liver disease: reevaluation with an improved chromogenic assay. *Journal of Hepatology*, 12(2): 162-169.
- Gayle, D.A., Beloosesky, R., Desai, M., Amidi, F., Nunez, S.E., Ross, M.G., *et al.* (2004). Maternal LPS induces cytokines in the amniotic fluid and corticotropin releasing hormone in the fetal rat brain. *American Journal of Physiology and Regulative Integrated Comparative Physiology*, 286(6): 1024-1029.
- Griffith, O.W. (1980). Determination of glutathione and glutathione disulfide using glutathione reductase and 2-vinylpyridine. *Analytical Biochemistry*, 106(1): 207-212.
- Herrera, E. and Barbas, C. (2001). Vitamin E action, metabolism and perspectives. *Journal of Physiology and Biochemistry*, 57(2): 43-56.
- Jacob, A.L., Goldberg, P.K., Bloom, N., Degenshein, G.A. and Kozinn, P.G. (1997). Endotoxin and bacteria in portal blood. *Gastroenterology*, 72(6): 1268-1270.
- Kalender, S., Kalender, Y. and Yel, M. (2005). Doxorubin hepatotoxicity and hepatic free radical metabolism in rats. The effect of vitamin E and catechin. *Toxicology*, 1209(1): 39-45.
- Kaya, H., Sezik, M., Ozkaya, O., Dittrich, R., Siebzehnrubl, E., Wildt, L., *et al.* (2004). Lipid peroxidation at various estradiol concentrations in human circulation during ovarian stimulation with exogenous gonadotropins. *Hormones and Metabolic Research*, 36(10): 693-695.
- Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.G. (1951). Protein measurement with the Folin phenol reagent. *Journal of Biology and Chemistry*, 193(1): 265-275.

- Malmezat, T., Breuille, D., Capitan, P., Mirand, P. and Obled, C. (2000). Glutathione turnover is increased during the acute phase of sepsis in rats. *Journal of Nutrition*, 130(5): 1239-1246.
- Nordberg, J. and Arner, E.S. (2001). Reactive oxygen species, antioxidants and the mammalian thioredoxin system. *Free Radicals Biology*, 31(11): 1287-1312.
- Ogando, D.G., Paz, M. and Franchi, A.M. (2003). The functional role of increased production of nitric oxide in lipopolysaccharide induced embryonic resorption in mice. *Reproduction*, 125(1): 95-110.
- Parra, T., de Arriba, G., Conejo, J.R., Cantero, M., Arribas, I., Rodríguez-Puyol, D., *et al.* (1998). Effect of vitamin E on cyclosporine nephrotoxicity. *Transplantation*, 66(10): 1325-1329.
- Radi, R., Beckman, J.S., Bush, K.M. and Freeman, B.A. (1991). The cytotoxic potential of superoxide and nitric oxide. *Journal of Biology and Chemistry*, 266(7): 4244-4250.
- Riedel, W. and Maulik, G. (1999). An integrated response of the central nervous system to oxidative stress. *Molecular Cell Biochemistry*, 196(1-2): 125-132.
- Rivera, D.L., Ollister, S.M., Liu, X., Thompson, J.H., Zhang, X.J., Pennline, K., *et al.* (1998). Interleukin-10 attenuates experimental fetal growth restriction and demise. *FASEB Journal*, 12(2): 189-197.
- Romero, R., Roslansky, P., Oyarzun, E., Wan, M., Emamian, M., Novitsky, T.J., *et al.* (1988). Labor and infection. II. Bacterial endotoxin in amniotic fluid and its relationship to the onset of preterm labor. *Labor and Infection*, 158(5): 1044-1049.
- Sabik, L.M.E. and Abdel-Rahman, S.S. (2009). Alpha-tocopherol and ginger are protective on Cyclophosphamide induced gonadal toxicity in adult male albino rats. *Basic Applied Pathology*, 2(1):9-21.
- Savitha, S., Tamilselvan, J., Anusuyadevi, M. and Panneerselvam, C. (2005). Oxidative stress on mitochondrial antioxidant defense system in the aging process. Role of DL-a-lipoic acid and L-carnitine. *Clinica Chimica Acta*, 355(1-2): 173-180.
- Silver, R.M., Edwin, S.S., Trautman, M.S., Simmons, D.L., Branch, D.W., Dudley, D.J., *et al.* (1995). Production of a newly recognized form of inducible cyclooxygenase (COX-2) in murine decidua in response to lipopolysaccharide. *Journal of Clinical Investigation*, 95(2): 725-731.
- Shen, X., Sun, J. and Xie, L.M. (2005). Effects of dietary supplementation with vitamin E and selenium on rat hepatic stellate cell apoptosis. *World Journal of Gastroenterology*, 28(32): 49-61.
- Traber, M.G. and Atkinson, G. (2007). Vitamin E, antioxidant and nothing more. *Free Radicals Biology and Medicine*, 43(1): 4-15.
- Tsiotou, A.G., Sakorafas, G.H., Anagnostopoulos, G. and Bramis, J. (2005). Septic shock current pathogenetic concept from a clinical perspective. *Medical Science Monitoring*, 11(3): 76-85.
- Wasowicz, W., Neve, J. and Peretz, A. (1993). Importance of extraction pH and influence of sample preservation and storage. *Clinical Chemistry*, 39(12): 2522-2526.
- Xu, D.X., Chen, Y.H., Wang, H., Zhao, L., Wang, G.P. and Wei, W. (2006). Tumor necrosis factor alpha partially contributes to lipopolysaccharide-induced intra-uterine fetal growth restriction and skeletal development retardation in mice. *Toxicology Letters*, 163(1): 20-29.
- Xu, D.X., Chen, Y.H., Zhao, L., Wang, H. and Wei, W. (2006). Reactive oxygen species are involved in lipopolysaccharide-induced intrauterine growth restriction and skeletal development retardation in mice. *Gynecology*, 195(6): 1707-1714.
- Yuan-Hua, C.H., De-Xiang, X., Lei, Z.H., Hua, W., Jian-Ping, W., Wei, W., *et al.* (2006). Ascorbic acid protects against lipopolysaccharide-induced intra-uterine fetal death and intra-uterine growth retardation in mice. *Toxicology*, 217(1): 39-45.