نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷، ص. ۳۳۸-۳۲۵

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 10, No. 3, Fall 2018, p. 325-338

نقش مکمل روی (Zn) بر عملکرد بره‌های پرواری: فراتحلیل

ندا نقدی[۱]- رضا ولی زاده[۲]*- عباسعلی ناصریان[۳]- احمد آسوده[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۱۳

چکیده

هدف از انجام این فراتحلیل بررسی و مقایسه اثر مکمل‌های آلی و غیرآلی روی بر عملکرد بره‌های پرواری بود. بر اساس جستجوی انجام شده از هفت مطالعه وارد شده در این فراتحلیل، ۱۴ مقایسه برای میانگین افزایش وزن روزانه، ۱۲ مقایسه برای میانگین مصرف خوراک روزانه، ۱۱ مقایسه برای غلظت میزان روی در سرم/پلاسما و فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز و در نهایت ۱۳ مقایسه برای فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز مورد استفاده قرار گرفت. از هر دو مدل اثرات ثابت و تصادفی برای ترکیب اندازه اثر استفاده شد. برای بررسی میزان سوگیری انتشار از نمودار قیفی و آزمون‌های آماری استفاده شد. نتایج این فراتحلیل نشان داد افزودن مکمل روی در جیره غذایی، تاثیر مثبتی بر افزایش وزن روزانه (۰/۱۷±۰/۵+)، افزایش روی سرم/پلاسما (۰/۲۲۵±۱/۱۳+)، افزایش فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز (۰/۲۰۵±۱/۴+) و سوپراکسید دسموتاز (۰/۲۲۶±۰/۸) داشت. این درحالی‌است که مصرف مکمل روی تاثیر معنی‌داری بر میانگین مصرف خوراک (۰/۱۶۱±۰/۰۵-) و ضریب تبدیل غذایی (۰/۲۴۱±۰/۰۶) نشان نداد. مقایسه فرم آلی و غیرآلی مکمل روی نیز نشان داد فرم آلی، به‌ویژه پروتئینات–روی در مقایسه با فرم غیرآلی تاثیر بیش‌تری بر بهبود عملکرد دام دارد.

واژه‌های کلیدی: بره‌پرواری، عملکرد، فراتحلیل، مکمل آلی روی، مکمل غیرآلی روی

مقدمه

روی (Zn) از جمله عناصری است که نقش حیاتی در اعمال زیستی و ساختار بدن موجودات ایفا می‌نماید. این عنصر در بسیاری از فعل و انفعالات شیمیایی داخل سلولی نقش داشته و کمتر آنزیمی را می‌توان در بدن یافت که در انجام فعالیت‌هایش نیازمند روی نباشد. روی در متابولیسم کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، لیپیدها و از سوی دیگر در ساخت و اعمال اسیدهای نوکلئیک نقش دارد؛ بنابراین کمبود آن می‌تواند، باعث اختلال در بسیاری از واکنش‌های حیاتی سلول از جمله تکثیر سلولی، تمایز و رشد گردد (۸).

حفظ سلامت و در عین حال عملکرد بهینه دام مستلزم تأمین مواد مغذی ضروری از طریق جیره غذایی است. نیاز به روی در جانوران با تولید مثل، مرحله‌ی رشد، وضعیت تغذیه‌ای، تنش و محیط تغییر می‌کند. انجمن تحقیقات ملی امریکا حداقل نیاز روی برای رشد و نگهداری بره‌ها را ۲۰ تا ۳۳ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک پیشنهاد کرده است (۱۰).

در جیره‌های غذایی حاوی اقلام خوراکی رایج، کمبود مواد مغذی به کرات مشاهده می‌شود؛ از این رو مواد مغذی مورد نیاز به صورت مکمل‌های غذایی در اختیار حیوانات قرار می‌گیرند. به‌طور سنتی شکل عمده مکمل روی در جیره حیوانات، شکل غیر آلی (سولفات–روی ($ZnSO_4$)، اکسید–روی (ZnO) آنهاست. اودل و ساوج (۱۱) نشان دادند، میان روی و پروتئین جیره اثر متقابلی وجود دارد. این تحقیق منجر به شکل‌گیری روش‌های مدرن امروزی برای باند کردن عناصر کم‌مصرف با ترکیبات آلی و استفاده از آنها به نام مواد معدنی ارگانیک در جیره حیوانات اهلی شد. تحقیقات صورت گرفته نشان می‌دهند مکمل‌های آلی روی به راحتی از دستگاه گوارش جذب می‌گردند و در مقایسه با نمک‌های معدنی فعالیت و دسترسی بیولوژیکی بالاتری را فراهم می‌آورند (۹ و ۱۳). با این وجود نتایج حاصل از مقایسه شکل آلی و غیرآلی روی متغیر است و برخی مطالعات هیچ تفاوتی را در فراهمی زیستی منابع آلی و غیر آلی نشان نداده‌اند (۱۳).

فراتحلیل را می‌توان نوعی مرور سیستماتیک پژوهش‌های کمی،

۱- دانش‌آموخته دکتری، گروه آموزشی علوم دامی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- استاد، گروه آموزشی علوم دامی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استاد، گروه آموزشی علوم دامی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۴- استاد، گروه آموزشی شیمی دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: valizadeh@um.ac.ir
DOI: 10.22067/ijasr.v10i3.54212

بر طبق اصول آماری و ریاضی دانست. ترکیب نتایج حاصل از مطالعات مختلف با موضوعی واحد، در مقایسه با یافته‌های حاصل از پژوهش‌های انفرادی، امکان دستیابی به برآورد دقیق و معتبرتری را فراهم می‌سازد (۱۲). مطالعه حاضر، به منظور مقایسه تاثیر منابع آلی و غیرآلی مکمل روی بر افزایش وزن روزانه، میانگین مصرف خوراک، ضریب تبدیل غذایی، میزان روی سرم/پلاسما و فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز و سوپراکسید دسموتاز بره‌های پرواری صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

جامعه آماری پژوهش حاضر را مقاله‌های منتشر شده در نشریات داخلی و خارجی در بانک‌های اطلاعاتی Scientific Information Database (SID)، Magiran، Direct Science، PubMed و Google Scholar تشکیل داده‌اند. ساز و کار جستجوی مقاله‌ها با استفاده از جستجوی سامان‌مند کلید واژه‌های فارسی و معادل لاتین آنها و ترکیب احتمالی کلمات، مانند روی، مکمل معدنی روی (سولفات–روی، اکسید–روی)، مکمل آلی روی (روی–متیونین، روی–پروتئینات، روی–لایزین)، بره، بره‌پرواری، رشد، عملکرد انجام شد.

در ابتدا فهرستی از عناوین و چکیده‌ی تمام مقالات موجود (۱۴ مقاله) در پایگاه‌های اطلاعاتی یاد شده تهیه شد. پس از بررسی‌های صورت گرفته منابع فاقد حداقل‌های مورد نیاز برای انجام فراتحلیل، شامل میانگین گروه‌های شاهد و آزمایشی، تعداد تکرار در هر یک از گروه‌ها، انحراف معیار و خطای استاندارد میانگین حذف شدند. در نهایت ۷ مقاله مناسب به منظور ورود به مرحله فراتحلیل انتخاب شد (جدول ۱). داده‌های مورد نیاز در قسمت مرور نظام‌مند با استفاده از جداول طراحی شده در محیط نرم افزاری Excel استخراج و خلاصه گردید. فراسنجه‌های مورد نظر در استخراج داده‌ها شامل افزایش وزن روزانه، میانگین مصرف خوراک روزانه، ضریب تبدیل غذایی، میزان روی سرم/پلاسما، آلکالین فسفاتاز و سوپراکسید دسموتاز بود. جهت انجام فراتحلیل از نرم افزار CMA نسخه ۲ (۲) استفاده گردید.

جدول ۱- تحقیقات استفاده شده در فراتحلیل تاثیر مکمل آلی و معدنی روی بر عملکرد بره‌های پرواری

Table 1- Summary of papers used for meta-analysis of Zinc supplementation in fattening lambs

پژوهشگر، سال First author, yr.	کشور Country	نژاد Breed	تعداد [1]No.	تعداد تکرار در هر تیمار Number of repetition	سن بره (ماه) Animal age (Mon)	وزن بره (کیلوگرم) Animal weight (Kg)	نوع مکمل Supplemented	مقدار مکمل Dose of Zn (ppm)	طول دوره (روز) Study period (days)
اسپیرز، ۱۹۸۹ Spears, 1989	امریکا	Suffolk	18	6	4-5	30	ZnO[2], Zn-Met[3]	15	42
کگلی، ۱۹۹۴ Kegley, 1994	امریکا	crossbred	24	6	–	23	$ZnSO_4$[4], ZnO, Zn-Met	30	56
گارج، ۲۰۰۸ Garg, 2008	هند	Muzaffarnagri	18	6	4-5	11.30±0.45	$ZnSO_4$, Zn-Met	20	150
ناگالاشمی، ۲۰۰۹ Nagalakshmi, 2009	هند	Nellore Brown	42	6	9-10	28.26±0.63	$ZnSO_4$, Zn-pro[5]	15, 30, 45	150
علی عربی، ۱۳۹۰ Aliarabi, 2011	ایران	Mehraban	25	5	-	30±3.26	Zn-pro[2]	20, 40	70
دروک، ۱۹۹۸ Droke, 2012	امریکا	crossbred	18	6	-	18.4±0.6	ZnO[3], Zn-Met[4]	25	112
فدائی فر، ۲۰۱۲ Fadayifar, 2012	ایران	Mehraban	20	5	6-7	30±3.26	$ZnSO_4$[5], Zn-pro	20, 40	70

1- Number of experimental animals
2- Zinc-oxide
3- Zinc-methionine
4- Zinc-sulfate
5- Zinc-proteinate

محاسبه اندازه اثر

در این مطالعه با توجه به ماهیت پیوسته داده‌های به‌دست آمده از تفاوت میانگین استاندارد شده و شاخص Hedges's g برای محاسبه اندازه اثر استفاده شد.

$$g = \frac{\overline{X_S} - \overline{X_N}}{S_P} J \quad \text{(معادله ۱)}$$

در این معادله g اندازه اثر، X_S میانگین گروه آزمایشی، X_N میانگین گروه شاهد، S_P انحراف معیار آمیخته و J ضریب تصحیح برای دو گروه بود (۱۵).

در تحقیقات دارای انحراف معیار مجزا برای گروه شاهد و آزمایشی، از معادله ۲ و در تحقیقات دارای SEM از معادله ۳ برای محاسبه انحراف معیار آمیخته استفاده شد.

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_S-1)SD_S^2+(n_N-1)SD_N^2}{n_S+n_N-2}}$$ (معادله ۲)

در این معادله n_S تعداد واحد آزمایشی در گروه آزمایش، n_N تعداد واحد آزمایشی در گروه شاهد، SD_S انحراف معیار گروه آزمایش و SD_N انحراف معیار گروه شاهد بود (۱۵).

$$Sp = SEM \times \sqrt{np}$$ (معادله ۳)

در این معادله SEM خطای استاندارد میانگین مربوط به همه گروه‌ها و np مجموع تعداد واحد آزمایشی در گروه‌های شاهد و گروه آزمایشی بود (۱۵).

$$J=1-\frac{3}{4(n_S+n_N-2)-1}$$ (معادله ۴)

در این معادله n_S تعداد واحد آزمایشی در گروه آزمایش و n_N تعداد واحد آزمایشی در گروه شاهد بود (۱۵).

وزن‌دهی به داده‌های به‌دست آمده

تحقیقات با هدف تعیین میزان اثر هر تحقیق در نتایج نهایی بر اساس کیفیت مطالعه اعم از تکرار بیشتر و واریانس کوچک‌تر با استفاده از معادله ۵ وزن‌دهی شد.

$$W_i = \frac{1}{var_i}$$ (معادله ۵)

در این معادله var_i واریانس تحقیق و W_i وزن تحقیق مورد نظر بود (۱۵).

آزمون ناهمگنی

تغییرات اندازه اثر مطالعات، با استفاده از آزمون کوکران (آماره Q) بررسی شد. این آزمون تقریباً دارای توزیع کای اسکوئر با درجه آزادی (K-1) است. مقدار بالای Q (و مقدار پایین p-value) حاکی از ناهمگنی مطالعات می‌باشد. به‌دلیل حساسیت پایین آزمون کوکران، آزمون I^2 نیز در تشخیص ناهمگنی به‌کار برده شد (معادله ۵). بالا بودن مقدار I^2 دال بر وجود ناهمگنی است. به طور کلی مقادیر ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد به‌ترتیب به‌عنوان ناهمگنی پایین، متوسط و بالا تفسیر می‌شود.

$$I^2 = \frac{Q-(k-1)}{Q} \times 100\%$$ (معادله ۶)

در این معادله، Q آماره ناهمگنی کوکران و k تعداد آزمایشات بود (۱۵).

اریبی انتشار

جهت بررسی وضعیت اریبی انتشار از نمودار قیفی[1] استفاده شد. نمودار قیفی یکی از روش‌های تشخیص خطای انتشار است و بر این حقیقت استوار است که وزن آماری مطالعه با افزایش اندازه نمونه آن افزایش می‌یابد. بنابراین مطالعات با اندازه نمونه کوچک، به صورت گسترده در پایین نمودار پراکنده می‌شوند و مطالعات با اندازه نمونه بزرگ‌تر در قسمت بالای نمودار و نزدیک به میانگین اثر هستند. در نبود هیچ‌گونه خطایی، نمودار شبیه به یک قیف برعکس می‌شود و در صورت وجود خطا نمودار قیفی، به صورت غیر متقارن در می‌آید.

تجزیه و تحلیل آماری

نتایج به صورت نمودار درختی[2] و در برگیرنده اطلاعات اصلی شامل اندازه اثر، خطای استاندارد و فاصله اطمینان ۹۵ درصد به صورت کلی و نیز به تفکیک نوع مکمل استفاده شده در هر مطالعه ارائه شد.

نتایج و بحث

خلاصه اندازه اثر مکمل‌های آلی و معدنی روی بر عملکرد دام، میزان روی سرم/پلاسما، آلکالین فسفاتاز و سوپراکسید دسموتاز و همچنین میزان ناهمگنی در جدول ۲ نشان داده شده است.

اثر مکمل روی بر عملکرد حیوان

اثر مکمل روی (به تفکیک آلی و غیرآلی) در شکل‌های ۳،۱ و ۵ و نتایج مربوط به بررسی اریبی انتشار به صورت نمودار قیفی در شکل‌های ۲، ۴ و ۶ نشان داده شده است.

افزودن مکمل روی تاثیر مثبتی بر افزایش وزن روزانه حیوان داشت (مقدار اندازه اثر در مدل اثرات تصادفی برای افزایش وزن روزانه برابر با ۰/۵+ و p=۰/۰۰۴ بود). در حالی‌که افزودن مکمل روی تاثیری بر میانگین مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی نداشت. استفاده از مکمل روی–متیونین در مطالعه دروک (۳) و گارج (۵)، و همچنین سولفات روی در مطالعه ککلی (۷) تاثیر منفی در افزایش وزن روزانه داشت. همچنین در مطالعه دروک (۳) افزودن مکمل اکسید روی تاثیری بر افزایش وزن روزانه نداشت. مقایسه اندازه اثر هر یک از مکمل‌ها به تفکیک، با اندازه اثر کلی (۰/۵+) نشان داد مکمل پروتئینات–روی با اندازه اثر ۰/۶۸۸+ بیش‌ترین تاثیر را بر افزایش وزن روزانه داشت. اندازه اثر برای افزایش وزن و میانگین مصرف خوراک روزانه با داشتن I^2 کم‌تر از ۲۵ درصد نشان از وجود ناهمگنی پایینی داشت، در حالی‌که ضریب تبدیل غذایی ناهمگنی بالایی را نشان داد (جدول ۲). این ناهمگنی می‌تواند به دلیل تفاوت‌های موجود در شکل مکمل روی، مقدار مصرفی مکمل، وزن اولیه، وزن نهایی، سن حیوان و مدت زمان آزمایش باشد.

1- Funnel plot

2- Forest plot

اثر مکمل روی بر میزان روی سرم/پلاسما

اندازه اثر کلی به‌دست آمده برای میزان روی سرم/پلاسما در مدل اثرات تصادفی برابر با ۱/۱۳+ بود. این نتیجه احتمالاً از تاثیر مثبت مکمل روی (آلی و غیرآلی) بر افزایش روی سرم/پلاسما ناشی شده است. مقایسه اندازه اثر مکمل‌های سولفات روی و روی-پروتئینات به ترتیب با اندازه اثر ۱/۸۳۰+ و ۱/۷۳۱+ در مقایسه با اندازه اثر کلی، حاکی از تاثیر قابل ملاحظه این دو مکمل بر افزایش روی سرم/پلاسما دارد. پراکنش نقاط در نمودار قیفی نشان از وجود سوگیری در انتشار نتایج داشت (شکل ۸). پراکنش نامتقارن نقاط و تمایل آنها به سمت راست نمودار نشان می‌دهد در انتشار مقالات انتخاب صورت گرفته است و برخی تحقیقات به دلیل عدم مشاهده اثر مثبت، انتشار نیافته‌اند (۳ مطالعه گم شده بر اساس روش چینش و تکمیل[1] تخمین زده شده است). بررسی آماره I^2 در ارتباط با مصرف مکمل روی بر مقدار روی سرم/پلاسما نشان از وجود ناهمگنی متوسطی داشت. ناهمگنی موجود می‌تواند به دلیل تفاوت‌های موجود در شکل مکمل روی، مقدار مصرفی مکمل، زمان خون‌گیری و مدت زمان آزمایش باشد.

بره‌های پرواری طی دوره رشد نیاز بالایی به روی دارند. از آنجایی‌که میزان جابه‌جایی (Turn over) روی بالاست و هیچ منبع ذخیره‌ای در بدن برای آن وجود ندارد (تقریباً به صورت Zn^{+2} به پروتئین سلولی متصل شده است)، بنابراین تأمین منبع روی با زیست فراهمی بالا برای حیوان حیاتی است. همانطور که در بیش‌تر نتایج تحقیقات انفرادی نشان داده شده است، ارتباط مستقیمی میان مصرف روی (آلی و غیرآلی) و میزان روی سرم/پلاسما وجود دارد و مصرف روی می‌تواند میزان روی سرم/پلاسما را افزایش دهد.

اثر مکمل روی بر فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز

اثر افزودن مکمل روی بر فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز در شکل ۹ نشان داده شده است. اندازه اثر به‌دست آمده حاکی از تاثیر مثبت مکمل روی بر فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز است (مقدار اندازه اثر در مدل اثرات تصادفی برابر با ۱/۴+ و p<۰/۰۰۰۱ بود). در تمام مطالعات مورد استفاده در این فراتحلیل اثر افزاینده مکمل روی (آلی و غیرآلی) بر افزایش فعالیت آلکالین فسفاتاز نشان داده شده است. به عنوان مثال اندازه اثر در این فراتحلیل برای مکمل روی-پروتئینات با مقدار ppm ۴۵ برابر با ۲/۶۵+ بود (p<۰/۰۰۰۱) که در مقایسه با اندازه اثر کلی (۱/۴+) تاثیر قابل ملاحظه‌ای را در افزایش فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز نشان داد. مقایسه اندازه اثر مکمل‌های روی به تفکیک آلی و غیرآلی با اندازه اثر کلی نشان داد روی-پروتئینات با اندازه اثر ۱/۶۳+ بیش‌ترین تاثیر را بر میزان فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز داشت و پس از آن سولفات-روی با اندازه اثر ۱/۵۳+ در جایگاه دوم قرار گرفت. در این فراتحلیل، تنها تحقیقات علی عربی (۱)، فدائی فر (۴)، ناگالاشمی (۸) و اسپیرز (۱۳) داده‌های لازم را برای اندازه‌گیری اثر مکمل روی بر فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز تشکیل داده‌اند. بنابراین برای کسب نتایج قطعی در بررسی تاثیر مثبت مکمل آلی روی (روی-پروتئینات و روی-متیونین) در مقایسه با مکمل غیر آلی (سولفات-روی و اکسید-روی) و بررسی دوز مناسب انجام آزمایش‌های بیشتر لازم است.

آندروود و ساتل گزارش کردند غلظت روی پلاسما به‌دلیل حساسیت آن نسبت به تنش و برخی از بیماری‌ها به تنهایی نمی‌تواند شاخص مناسبی برای وضعیت روی بدن باشد (۱۴). از این رو اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های وابسته به روی از قبیل آلکالین فسفاتاز می‌تواند شاخصی از وضعیت روی باشد. روی به عنوان کوفاکتور برای فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز مورد نیاز است، از این رو اندازه‌گیری آلکالین فسفاتاز نشانه سرولوژیکی، برای تخلیه ذخایر روی بدن است (۱۴).

اثر مکمل روی بر فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز

اثر افزودن مکمل روی بر فعالیت آنزیم سوپراکسیددسموتاز در شکل ۱۱ نشان داده شده است. اندازه اثر برای تاثیر مکمل روی بر فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز با داشتن I^2 بیش‌تر از ۲۵ درصد نشان از وجود ناهمگنی متوسطی داشت. ناهمگنی موجود می‌تواند به دلیل تفاوت‌های موجود در شکل مکمل روی، مقدار مصرفی مکمل، سن بره‌ها، تاثیر جیره غذایی و مدت زمان آزمایش باشد. اندازه اثر به دست آمده برای میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز در مدل اثرات تصادفی برابر با ۰/۸+ (p=۰/۰۰۱) بود و حاکی از تاثیر مثبت مکمل روی (آلی و غیر آلی) بر افزایش فعالیت آنزیم دارد. داده‌های لازم برای اندازه‌گیری اثر مکمل روی بر فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز را در فراتحلیل انجام شده، تنها تحقیقات علی عربی (۱)، فدائی فر (۴) و ناگالاشمی (۸) تشکیل داده‌اند و در مطالعه آنها تنها به مقایسه سولفات روی و روی-پروتئینات پرداخته شده است. اندازه اثر برای روی-پروتئینات برابر با ۰/۹+ و برای سولفات روی ۰/۶۲۰+ برآورد گشت در نتیجه می‌توان عنوان کرد مکمل آلی روی در مقایسه با مکمل معدنی تاثیر بیش‌تری بر فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز دارد.

1- Trim and fill

جدول ۲- برآورد اندازه اثر مکمل‌های آلی و غیرآلی روی بر عملکرد، میزان سرمی روی (Zn)، آلکالین فسفاتاز و سوپراکسید دسموتاز بره‌های پرواری

Table 2- Summary of the effect size (Hedges's g) between dietary Zn supplementation vs. no supplementation for performance, plasma/serum concentration Zinc, ALP and SOD activity of fattening lamb calculated according to fixed and random effects models

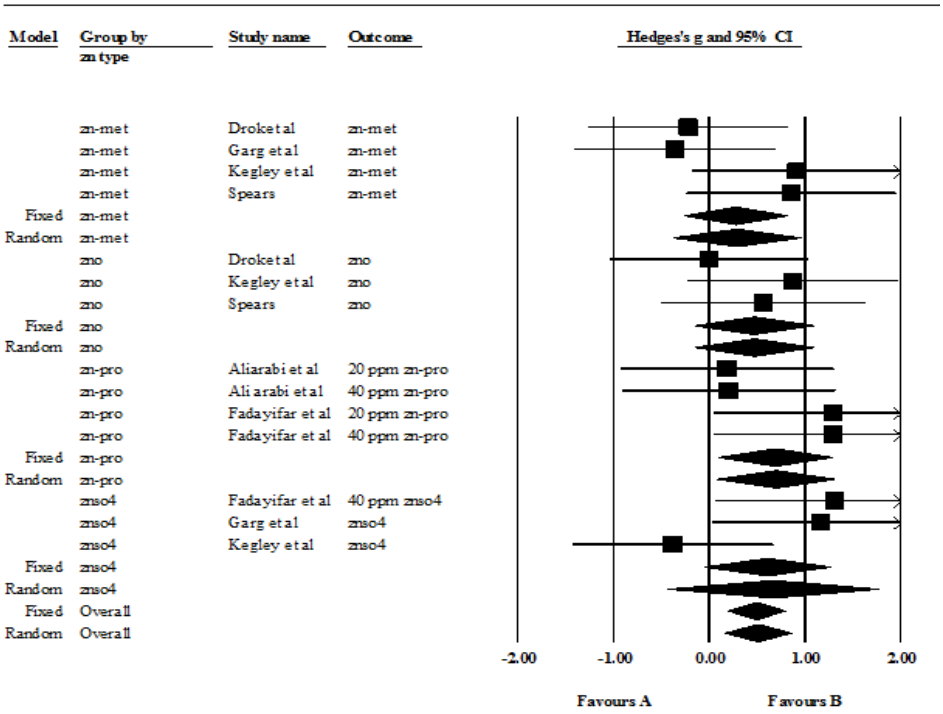
متغیر Variable	Hedges's g[1]	SE	p-value	I[2 3]	Q [2]	p-value[4]
افزایش وزن روزانه Average daily gain						
مدل ثابت Fixed effects models	+0.488	0.152	0.001	17.757	15.807	0.260
مدل تصادفی Random effects models	+0.499	0.168	0.004	-	-	-
میانگین مصرف خوراک روزانه Average dry matter intake						
مدل ثابت Fixed effects models	-0.048	0.161	0.763	0	7.767	0.734
مدل تصادفی Random effects models	-0.048	0.161	0.763	-	-	-
ضریب تبدیل غذایی Feed efficiency						
مدل ثابت Fixed effects models	+0.021	0.166	0.898	52.627	23.218	0.016
مدل تصادفی Random effects models	+0.057	0.241	0.814	-	-	-
میزان روی سرم یا پلاسما Zinc						
مدل ثابت Fixed effects models	+1.080	0.185	<0.0001	31.282	14.552	0.149
مدل تصادفی Random effects models	+1.129	0.225	<0.0001	-	-	-
آلکالین فسفاتاز Alp						
مدل ثابت Fixed effects models	+1.359	0.176	<0.0001	25.083	16.018	0.190
مدل تصادفی Random effects models	+1.397	0.205	<0.0001	-	-	-
سوپراکسید دسموتاز Sod						
مدل ثابت Fixed effects models	+0.738	0.178	<0.001	37.382	15.970	0.1
مدل تصادفی Random effects models	+0.782	0.226	0.001	-	-	-

۱- اندازه اثرهای مثبت نشان‌دهنده اثر افزاینده و اندازه اثرهای منفی نشان‌دهنده اثر منفی مکمل روی بر فراسنجه‌های مورد نظر است.

۲- آزمون کوکران، آزمون ناهمگنی (مقدار بالای Q و مقدار پایین p-value حاکی از ناهمگنی مطالعات است)

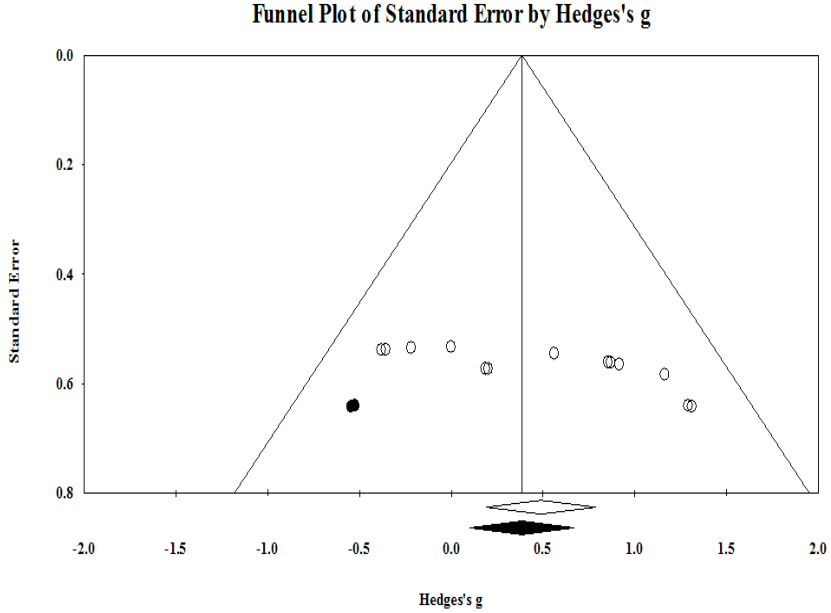
۳- آماره I^2، آزمون ناهمگنی (اگر مقادیر I^2 برابر با ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد باشد به‌ترتیب به عنوان ناهمگنی پایین، متوسط و بالا تعبیر و تفسیر می‌شود)

۴- p-value مربوط به آزمون کوکران (Q) می‌باشد.



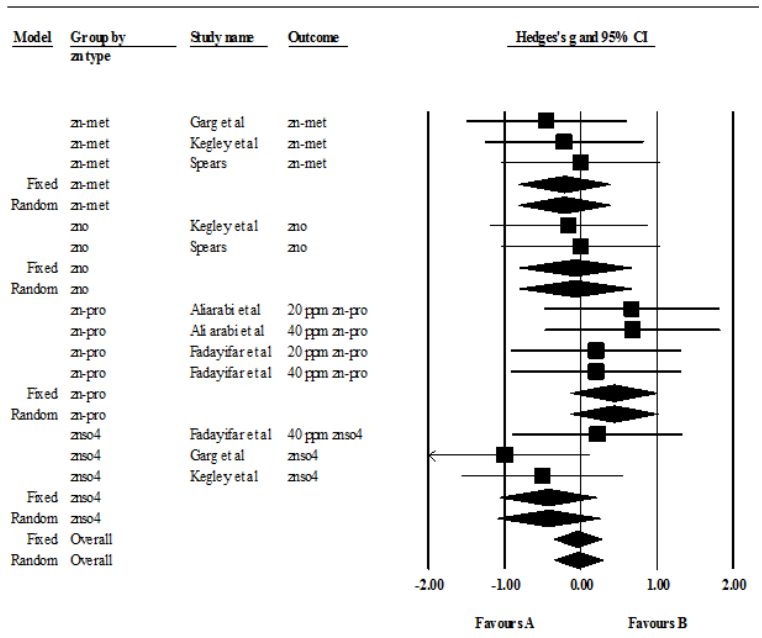
شکل ۱– نمودار درختی اندازه اثر مکمل‌های آلی و غیرآلی روی بر میانگین افزایش وزن روزانه (در این نمودار اندازه‌ی هر مربع نشان‌دهنده وزن مطالعه و خطوط رسم شده در اطراف مربع، نشان‌دهنده فاصله اطمینان ۹۵ درصد در هر مطالعه است).

Figure 1- Forest plots of the effects (Hedges's g) obtained in fixed and random effects models for differences in ADG when Zn-supplemented (B) and no supplemented (A) diets were fed to fattening lamb. The size of the squares illustrated the weight of each study relative to the mean effect size, which is indicated by the diamond at the bottom.



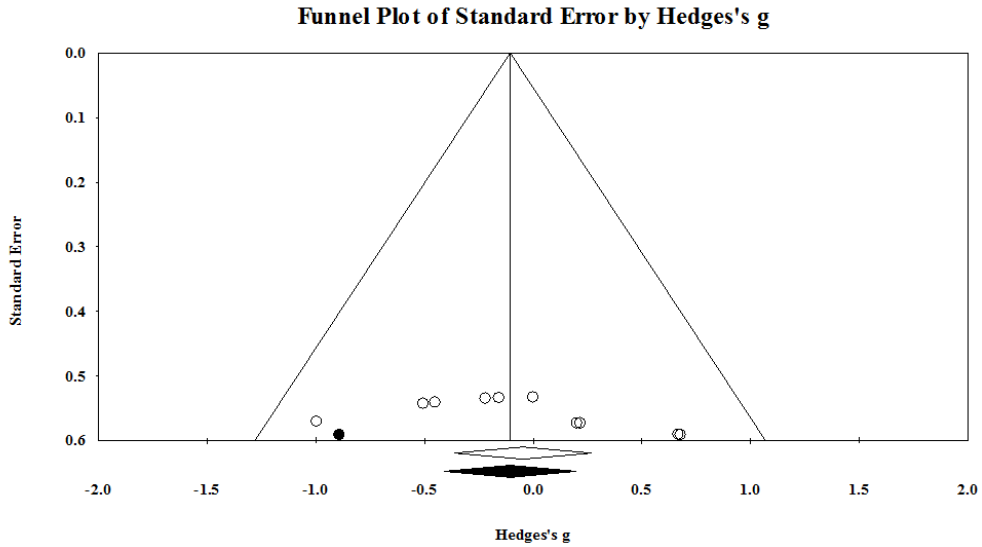
شکل ۲– نمودار قیفی اثر مکمل‌های روی بر افزایش وزن روزانه برای بررسی اریبی انتشار (نقاط سفید مطالعات استفاده شده در این فراتحلیل و نقاط سیاه برآوردی از تعداد احتمالی مطالعات منتشر نشده است)

Figure 2- Funnel plots of the effect sizes (Hedges's g) following zinc supplementation for average daily gain in lamb. Empty circles indicate observed values, and full circles possible missing values.



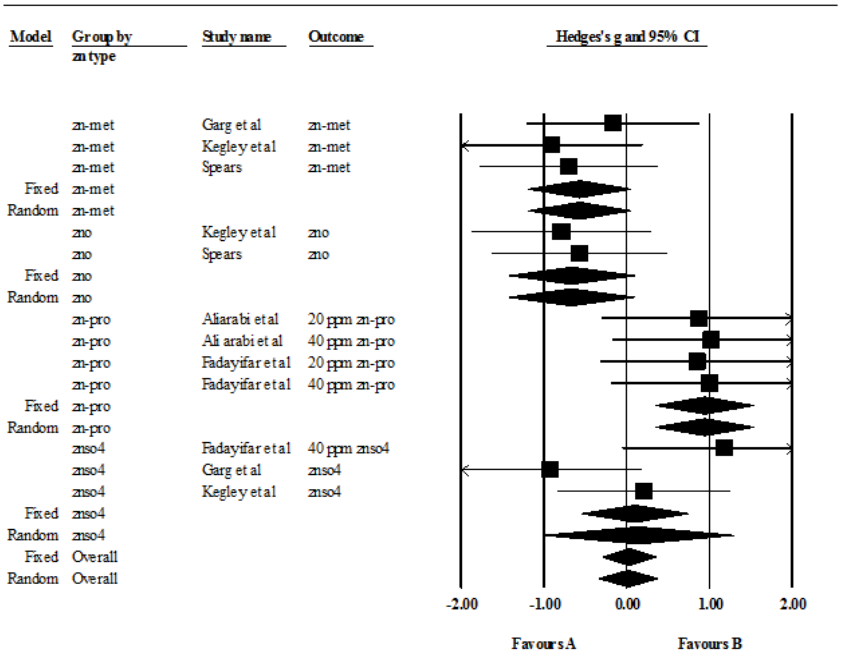
شکل ۳– نمودار درختی اندازه اثر مکمل‌های آلی و غیرآلی روی بر میانگین مصرف خوراک روزانه (در این نمودار اندازه‌ی هر مربع نشان‌دهنده وزن مطالعه و خطوط رسم شده در اطراف مربع، نشان‌دهنده فاصله اطمینان ۹۵ درصد در هر مطالعه است).

Figure 3- Forest plots of the effects (Hedges's g) obtained in fixed and random effects models for differences in DMI when Zn-supplemented (B) and no supplemented (A) diets were fed to fattening lamb. The size of the squares illustrated the weight of each study relative to the mean effect size, which is indicated by the diamond at the bottom.



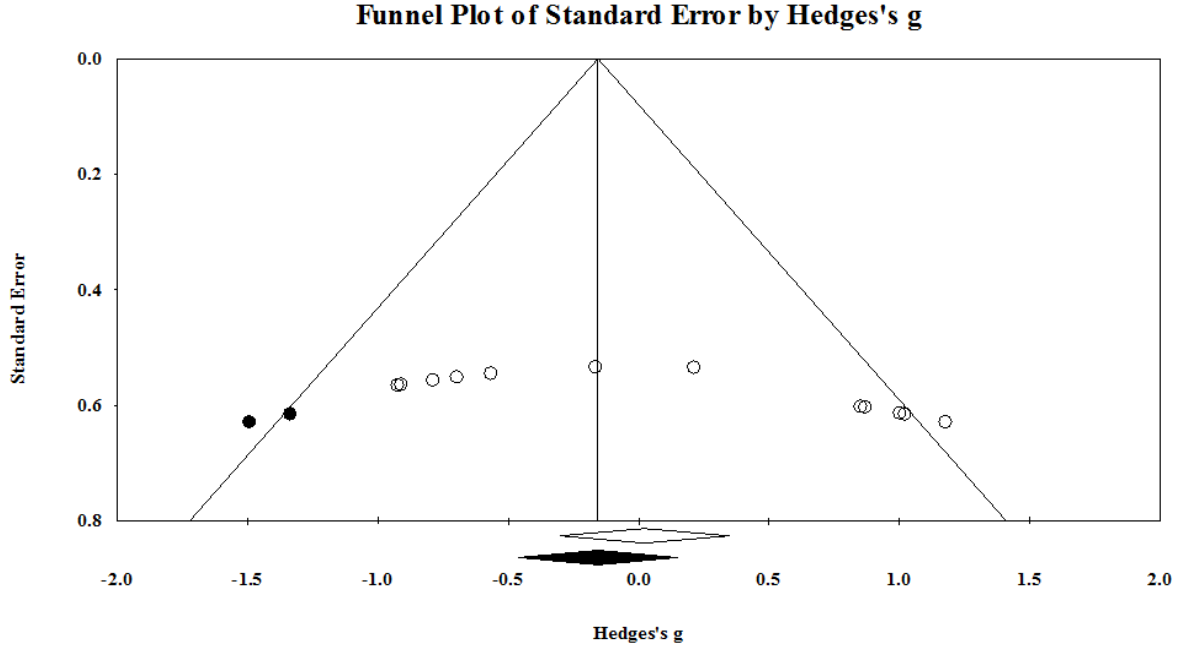
شکل ٤– نمودار قیفی اثر مکمل‌های روی بر میانگین مصرف خوراک روزانه برای بررسی اریبی انتشار (نقاط سفید مطالعات استفاده شده در این فراتحلیل و نقاط سیاه برآوردی از تعداد احتمالی مطالعات منتشر نشده است)

Figure 4- Funnel plots of the effect sizes (Hedges's g) following zinc supplementation for average dry matter intake in lamb. Empty circles indicate observed values, and full circles possible missing values.



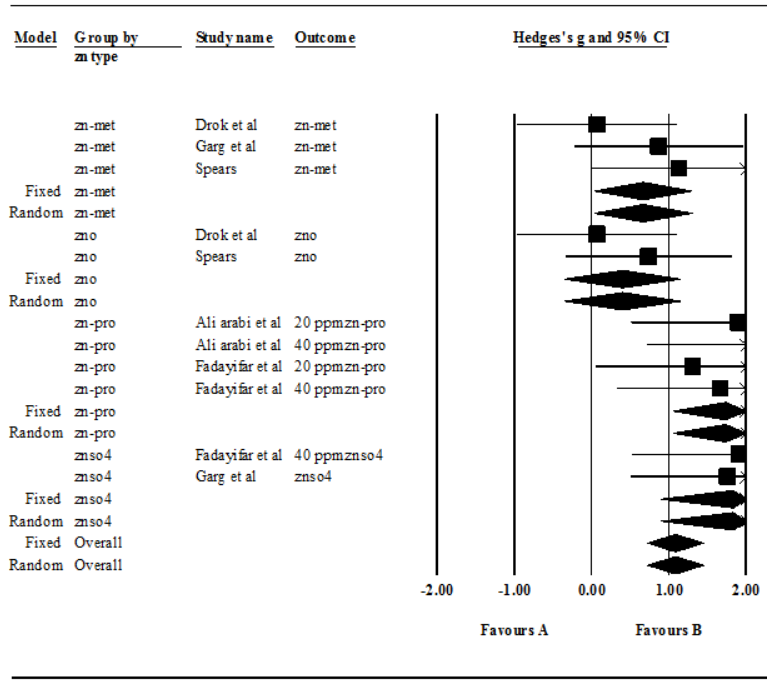
شکل ۵– نمودار درختی اندازه اثر مکمل‌های آلی و غیرآلی روی بر ضریب تبدیل غذایی (در این نمودار اندازه‌ی هر مربع نشان‌دهنده وزن مطالعه و خطوط رسم شده در اطراف مربع، نشان‌دهنده فاصله اطمینان ۹۵ درصد در هر مطالعه است).

Figure 5- Forest plots of the effects (Hedges's g) obtained in fixed and random effects models for differences in feed efficiency when Zn-supplemented (B) and no supplemented (A) diets were fed to fattening lamb. The size of the squares illustrated the weight of each study relative to the mean effect size, which is indicated by the diamond at the bottom.



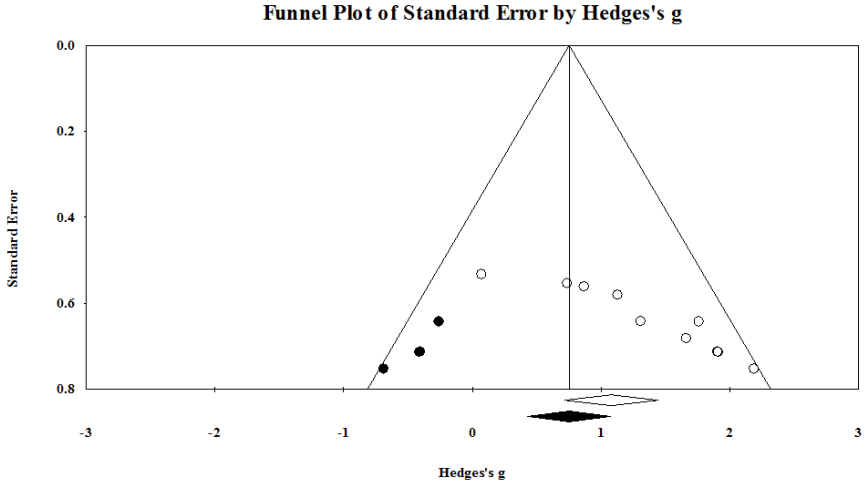
شکل ٦– نمودار قیفی اثر مکمل‌های روی بر ضریب تبدیل غذایی برای بررسی اریبی انتشار (نقاط سفید مطالعات استفاده شده در این فراتحلیل و نقاط سیاه برآوردی از تعداد احتمالی مطالعات منتشر نشده است)

Figure 6- Funnel plots of the effect sizes (Hedges's g) following zinc supplementation for feed efficiency in lamb. Empty circles indicate observed values, and full circles possible missing values.



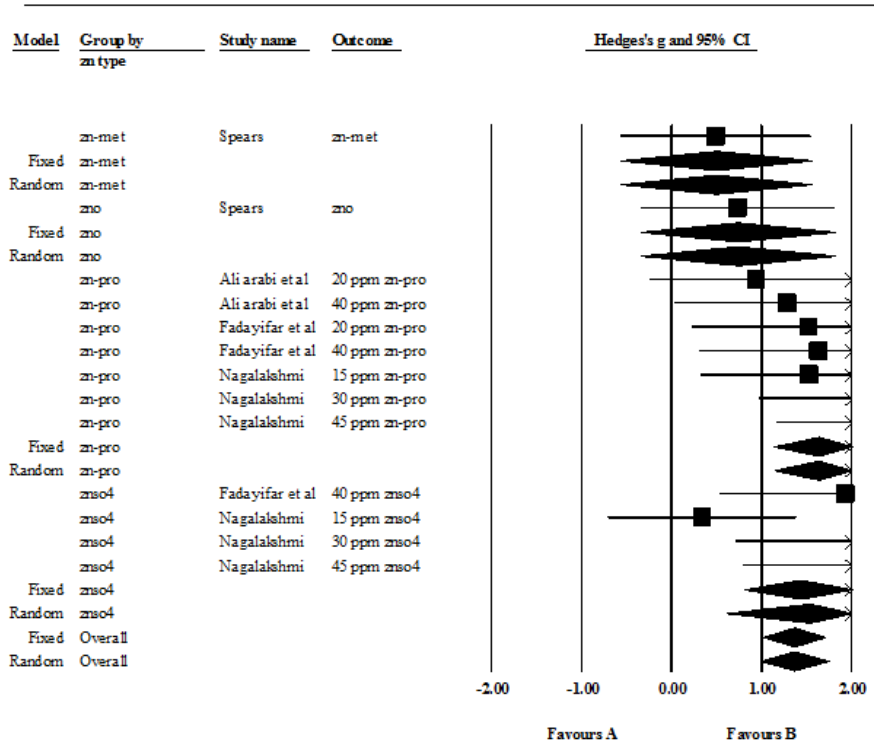
شکل ۷– نمودار درختی اندازه اثر مکمل‌های آلی و غیرآلی روی بر میزان روی سرم/پلاسما (در این نمودار اندازه‌ی هر مربع نشان‌دهنده وزن مطالعه و خطوط رسم شده در اطراف مربع، نشان‌دهنده فاصله اطمینان ۹۵ درصد در هر مطالعه است).

Figure 7- Forest plots of the effects (Hedges's g) obtained in fixed and random effects models for differences in plasma/serum concentration Zinc when Zn-supplemented (B) and no supplemented (A) diets were fed to fattening lamb. The size of the squares illustrated the weight of each study relative to the mean effect size, which is indicated by the diamond at the bottom.



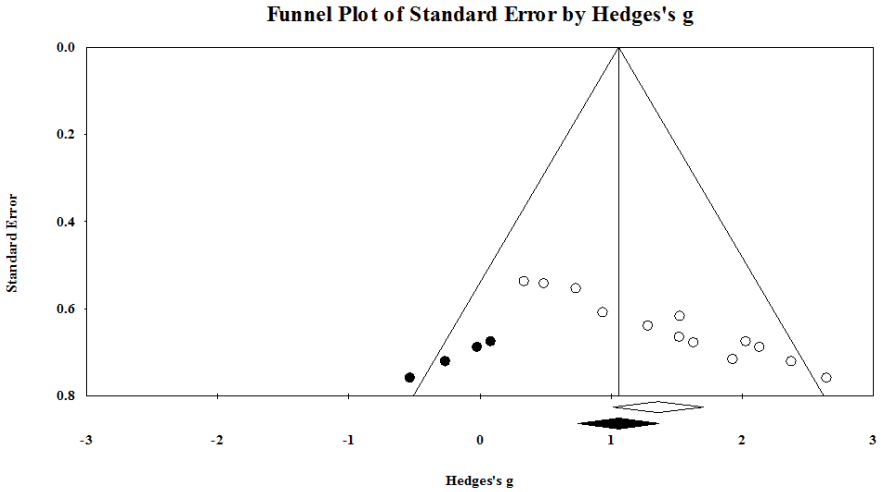
شکل ۸– نمودار قیفی اثر مکمل‌های روی بر میزان روی سرم/پلاسما برای بررسی اریبی انتشار (نقاط سفید مطالعات استفاده شده در این فراتحلیل و نقاط سیاه برآوردی از تعداد احتمالی مطالعات منتشر نشده است)

Figure 8- Funnel plots of the effect sizes (Hedges's g) following zinc supplementation for plasma/serum concentration Zinc in lamb. Empty circles indicate observed values, and full circles possible missing values.



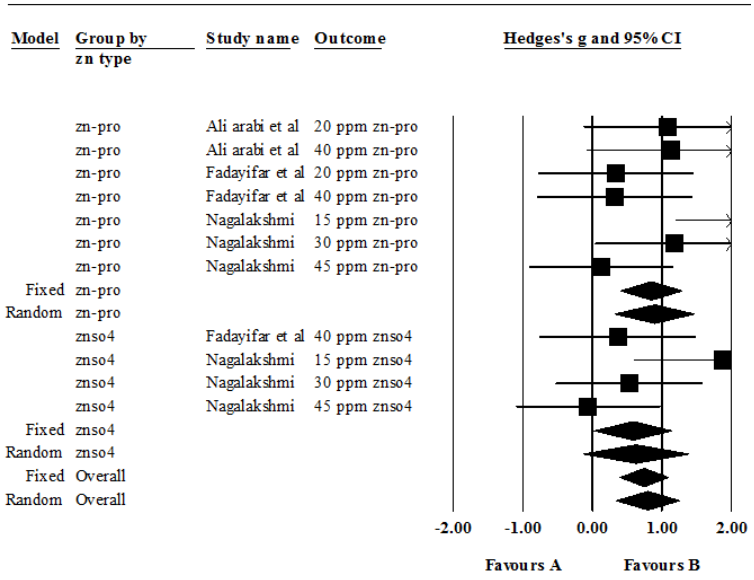
شکل ۹– نمودار درختی اندازه اثر مکمل‌های آلی و غیرآلی روی بر میزان فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز (در این نمودار اندازه‌ی هر مربع نشان‌دهنده وزن مطالعه و خطوط رسم شده در اطراف مربع، نشان‌دهنده فاصله اطمینان ۹۵ درصد در هر مطالعه است).

Figure 9- Forest plots of the effects (Hedges's g) obtained in fixed and random effects models for differences in ALP when Zn-supplemented (B) and no supplemented (A) diets were fed to fattening lamb. The size of the squares illustrated the weight of each study relative to the mean effect size, which is indicated by the diamond at the bottom.



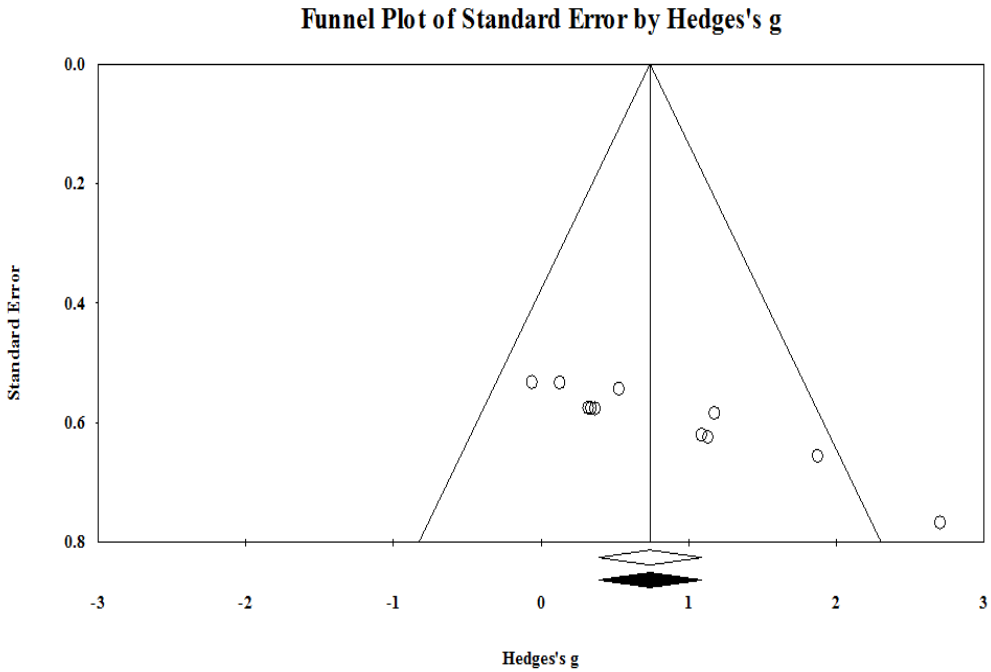
شکل ۱۰– نمودار قیفی اثر مکمل‌های روی بر میزان فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز برای بررسی اریبی انتشار (نقاط سفید مطالعات استفاده شده در این فراتحلیل و نقاط سیاه برآوردی از تعداد احتمالی مطالعات منتشر نشده است)

Figure 10- Funnel plots of the effect sizes (Hedges's g) following zinc supplementation for ALP in lamb. Empty circles indicate observed values, and full circles possible missing values.



شکل ۱۱– نمودار درختی اندازه اثر مکمل‌های آلی و غیرآلی روی بر میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز (در این نمودار اندازه‌ی هر مربع نشان‌دهنده وزن مطالعه و خطوط رسم شده در اطراف مربع، نشان‌دهنده فاصله اطمینان ۹۵ درصد در هر مطالعه است).

Figure 11- Forest plots of the effects (Hedges's g) obtained in fixed and random effects models for differences in SOD when Zn-supplemented (B) and no supplemented (A) diets were fed to fattening lamb. The size of the squares illustrated the weight of each study relative to the mean effect size, which is indicated by the diamond at the bottom.



شکل ۱۲– نمودار قیفی اثر مکمل‌های روی بر میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز برای بررسی اریبی انتشار (نقاط سفید مطالعات استفاده شده در این فراتحلیل و نقاط سیاه برآوردی از تعداد احتمالی مطالعات منتشر نشده است)

Figure 12- Funnel plots of the effect sizes (Hedges's g) following zinc supplementation for SOD in lamb. Empty circles indicate observed values, and full circles possible missing values.

سلول‌های بدن به‌وسیله آنتی‌اکسیدانت‌های آنزیمی و غیر آنزیمی می‌توانند صدمات ناشی از گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) را

کاهش دهند. اثرات مضر ترکیبات ROS از طریق سیستم حمایتی آنتی‌اکسیدانت سلولی، شامل آنزیم‌هایی چون سوپراکسید دسموتاز، کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز خنثی می‌شود. آنزیم سوپراکسید دسموتاز در ساختمان خود حاوی عنصر روی بوده و کاهش فعالیت این آنزیم در غشای سلول‌های بدن از جمله گلبول‌های قرمز منجر به افزایش آسیب‌های ناشی از محصولات تنش‌های اکسیداتیو می‌شود (۶). از سوی دیگر اندازه‌گیری فعالیت این آنزیم نیز مانند آلکالین فسفاتاز می‌تواند به عنوان شاخصی از وضعیت روی بدن باشد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج به‌دست آمده از این فراتحلیل نشان داد افزودن مکمل روی و به‌ویژه فرم آلی آن در جیره بره‌های پرواری، افزایش عملکرد، افزایش مقدار روی سرم/پلاسما و نیز افزایش فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز و سوپراکسید دسموتاز را به دنبال دارد. با این وجود، برای تفسیر نتایج به‌دست آمده در این مطالعه باید به دقت عمل کرد. محدودیت تعداد مطالعات در دسترس در این فراتحلیل، قدرت آماری کافی برای بررسی اثر مکمل روی و همچنین مقایسه مطمین فرم آلی و غیرآلی آن بر عمکرد بره‌های پرواری را پشتیبانی نمی‌کند. از این رو برای کسب نتایج قطعی در تاثیر مثبت مکمل‌های آلی روی در مقایسه با مکمل‌های غیرآلی بر عملکرد حیوان لازم است آزمایشات بیشتر با دقت لازم و دستگاه‌های اندازه‌گیری جدیدتر صورت گیرد.

منابع

1. Aliarabi, H., M. M. Tabatabaei, A. Fadayifar, S. Torkashvan, A. A. Bahari, P. Zamani, D. Alipour, and A. H. Dezfoulian. 2011. Effects of supplementing organic Zinc, with or without Copper, on performance, plasma minerals and some enzymes activities in Mehraban male lambs. Journal of Animal Science Research, 3:111-122. (In Persian).
2. Borenstein, M., L. V. Hedges, J. P. T. Higgins, and H. R. Rothstein. 2005. Comprehensive Meta-Analysis Version 2. Biostat, Engelwood, N. J., USA.
3. Droke, E. A., G. P. Gengelbach, and J. W. Spears. 1998. Influence of level and source (inorganic vs organic) of zinc supplementation on immune function in growing lambs. Asian Australasian. Journal of Animal Science, 11: 139-144.
4. Fadayifar, A., H. Aliarabi, M. M. Tabatabaei, P. Zamani, A. Bahari, M. Malecki, and A. H. Dezfoulian. 2012. Improvement in lamb performance on barley based diet supplemented with zinc. Journal of Livestock Science, 144(3):285-289.
5. Garg, A. K., V. Mudgal, and R. S. Dass. 2008. Effect of organic zinc supplementation on growth, nutrient utilization and mineral profile in lambs. Journal of Animal Feed Science and Technology, 144(1-2): 82-96.
6. Glass, G. A., and D. Gershon. 1984. Decreased enzymic protection and increased sensitivity to oxidative damage in erythrocytes as a function of cell and donor aging. Journal of Biochemistry, 218: 513-537.
7. Kegley, E. B., and J. W. Spears. 1994. Effect of zinc supplementation on performance and zinc metabolism of lambs fed forage-based diets. Journal of Agricalture Science, 123: 287-292.
8. MacDonald, R. S. 2000. The role of zinc in growth and cellproliferation. Journal of Nutrition, 130: 1500S-1508S.
9. Nagalakshmi, D., K. Dhanalakshmi, and D. Himabindu. 2009. Effect of dose and source of supplemental zinc on immune response and oxidative enzymes in lambs. Journal of Veterinary Research Communications, 33(7):631-44.
10. NRC. 1985. Nutrient requirements of sheep. 6th Ed. National Research Council. National Academy Press. Washington D. C.
11. O'Dell, B. L., and J. E. Savage. 1957. Potassium, zinc, and distillers dried solubles as supplements to a purified diet. Journal of Poultry Science, 36:459-460.
12. Smith, J. T. 1996. Meta-analysis: the librarian as a member of an interdisciplinary team. Journal of Library Trends, 45: 265-279.
13. Spears, J. W. 1989. Zinc methionine for ruminants: relative bioavailability of zinc in lambs and effects of growth and performance of growing heifers. Journal of Animal Science, 67(3):835-843.
14. Underwood, E. J., and N. F. Suttle. 1999. The mineral nutrition of livestock. CAB international, Wallingford, U. K.
15. Vesterinen, H. M., E. S. Sena, K. J. Egan, T. C. Hirst, L. Churolov, and G. L. Currie. 2014. Meta-analysis of data from animal studies: a practical guide. Journal of Neuroscience Methods, 221:92-102.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 10, No. 3, Fall 2018, p. 325-338

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷، ص. ۳۳۸-۳۲۵

Role of Dietary Zinc Supplementation on Performance of Fattening Lamb: A Meta-Analysis

N. Naghdi[1]- R. Valizadeh[2*]- A. A. Naserian[3]- A. Asoodeh[4]

Received: 28-02-2016
Accepted: 02-06-2016

Introduction

Zinc (Zn) is well known as an essential trace element in animal nutrition to ensure optimal body functions and animal health. Previous studies have demonstrated that Zn supplementation has improved the rate of animal growth in practical feeding regimes. Traditionally, the farm animal diets have been supplemented with Zn in the inorganic forms as either zinc oxide or zinc sulfate. The use of organic Zn sources in the form of chelates and supplements for ruminant diets has increased in recent years. Many studies have been conducted to interrogate the relative bioavailability of organic Zn sources in comparison to inorganic forms in ruminant nutrition. Meta-analysis is the statistical combination of results from two or more independent studies for the purpose of integrating findings or results for the under study subject. Meta-analysis can be helpful in determining whether multiple tests of an intervention yield effects on an outcome construct of interest that are similar in direction and magnitude. In the current meta-analysis the organic and inorganic zinc supplementation effects on performance of fattening lambs have been compared.

Materials and Methods

A literature search was initially conducted using PubMed, Medline, Science Direct, and Google Scholar data bases and investigated references in the papers. It was also based on the following key words: zinc, organic zinc, inorganic zinc, zinc sulfate, zinc oxide, zinc methionine, zinc proteinate (s), zinc polysaccharide, growth performance, and fattening lamb. The resulting 14 articles were examined for inclusion or exclusion in this analysis. Then seven studies were included in this meta-analysis; and prepared 14 comparisons for average daily gain, 12 comparisons for average dry matter intake and feed efficiency, 11 comparisons for serum/plasma zinc concentration and super oxide dismutase activity, and 13 for alkaline phosphatase activity. Meta-analyses were carried out using the Comprehensive Meta-Analysis package, version 2. The size effects of across studies were calculated with fixed and random effect models. The presence of true heterogeneity among studies was identified with Cochran's Q –tests and quantification of the degree of heterogeneity was done with the I2 index. Possible publication bias was evaluated with funnel plot and statistical tests.

Results and Discussion

The results of this meta-analysis showed that the addition of Zn in the diet, has a positive effects on average daily body weight gain (+0.5 ± 0.17), increase in serum or plasma zinc content (+1.13 ± 0.225) and alkaline phosphatase enzyme (+1.4 ± 0.205) and superoxide dismutase activity (0.8 ± 0.226). However, Zn supplementation in either form (inorganic or organic) had no significant effects on some variable such as daily feed intake (-0.05 ± 0.161) and feed conversion ratio (0.06 ± 0.241). This quantitative meta-analysis of data from several experiments indicated that dietary Zn supplementation significantly increased average daily body weight gain, serum or plasma Zn concentration, alkaline phosphatase and superoxide dismutase activity in fattening lambs. Superoxide dismutase is a redox metalloenzyme involving in cell defense mechanisms against oxidative stress as well as animal health. This enzyme can reduce oxidative stress therefore improves immune functions.

Conclusion

The results of this meta-analysis confirmed that organic sources of zinc supplements especially the zinc-

1- PhD graduated of Ruminant Nutrition, Department of Animal sciences faculty of agriculture, Ferdowsi university of Mashhad
2- Professor, Department of Animal sciences faculty of agriculture, Ferdowsi university of Mashhad
3- Professor, Department of Animal sciences faculty of agriculture, Ferdowsi university of Mashhad
4- Professor, Department of chemistry faculty of sciences, Ferdowsi university of Mashhad
(*- Corresponding author email: valizadeh@um.ac.ir)

proteinates are more effective than the inorganic forms for improving lamb growth performances. However, more precise experiments are required for reaching to the practical implementations.

Key words: Fattening lamb, Inorganic zinc supplementation, Meta-analysis, Organic zinc supplementation, Performance