دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

تاثیر منابع مختلف عنصر روی بر زیست فرآهمی روی سرم، عملکرد تولیدی و قابلیت هضم گاوهای شیرده هلشتاین در اوایل دوره شیردهی

مهدی نعمت‌پور[1]، کامران رضایزدی[2]، مهدی گنج خانلو[3] و آرمین توحیدی[4]

1- دانشجوی دکتری تغذیه دام، گروه علوم دامی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
2- دانشیار، گروه علوم دامی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، (نویسنده مسوول: rezayazdi@ut.ac.ir)
3- - دانشیار، گروه علوم دامی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
4- استاد، گروه علوم دامی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
تاریخ دریافت: 1398/07/26 تاریخ پذیرش: 1398/10/23
صفحه: 66 تا 73

چکیده

سی و پنج راس گاو هلشتاین دو شکم زایش کرده و بالاتر با هدف بررسی تاثیر منابع مختلف روی بر تولید و ترکیب شیر، پارامترهای خونی، و قابلیت هضم مورد استفاده قرار گرفت. حیوانات در قالب طرح کاملاً تصادفی با 7 تکرار به یکی از جیره‌های آزمایشی اختصاص داده شدند که 1) جیره کنترل؛ بدون مکمل روی 2) جیره همراه با منبع گلایسینات روی 3) جیره همراه با هیدروکسی کلراید روی 4) جیره همراه با اکسید روی و 5) جیره همراه با سولفات روی، بودند. نتایج این تحقیق نشان‌داد که استفاده از منابع مختلف روی تاثیر معنی‌داری بر گلوکز، کلسترول و تری‌گلیسرید نداشت (P>0/10). استفاده از منابع مختلف روی در تغذیه گاوهای شیری به‌طور معنی‌داری میزان روی موجود در سرم خون را نسبت به گروه کنترل افزایش می‌دهد (P<0/010). نتایج همچنین نشان‌داد که تولید شیر، شیر تصحیح شده برای انرژی، شیر تصحیح شده برای چربی و ترکیب شیر به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (P>0/10). شمار سلول‌های بدنی در دام‌های مصرف‌کننده گلایسینات روی (P=0/054) و هیدورکسی کلراید (P=0/069) روی نسبت به گروه شاهد تمایل به کاهش داشت. میزان ماده خشک مصرفی تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی نداشت (P>0/10). روی مصرفی روزانه، روی دفعی در مدفوع، روی دفعی در شیر به‌ازای هر لیتر و روزانه، روی جذب شده و همچنین روی ابقا شده به‌طور معنی‌داری درگروه‌های مصرف کننده مکمل روی بیشتر از گروه شاهد بود (P<0/010). همچنین استفاده از منابع روی تاثیر معنی‌داری بر قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و خاکستر نداشت (P>0/10). بنابرین، نتایج به‌دست آمده پیشنهاد می‌کند که استفاده از منابع گلایسینات روی و هیدروکسی کلراید روی زیست فرآهمی بالاتری از منابع معدنی اکسید روی و سولفات روی دارند و همچنین می‌توانند موجب بهبود کیفیت شیر از طریق کاهش شمار سلول‌های بدنی شوند.

واژه‌های کلیدی: روی، زیست فرآهمی، عملکرد تولیدی، قابلیت هضم،گاوهای شیرده

مقدمه

روی به‌عنوان ماده‌ای که در عملکرد سیستم‌های آنزیمی و همچنین در فرآیندهایی همچون سنتز پروتئین، متابولیسم کربوهیدرات‌ها، و بسیاری از واکنش‌های بیوشیمیایی دیگر نقش دارد برای حیوانات عنصری ضروری می‌باشد (23،22). به‌طور معمول از شکل معدنی روی، به‌طور ویژه سولفات و اکسید روی، در جیره غذایی گاوهای شیری استفاده می‌شود و در این بین ممکن است شکل عنصر مکمل شده در مقایسه با مقدار مصرف از اهمیت بیشتری برخوردار باشد (23). آمرمن و همکاران (1) بیان کردند که دو عامل خوراکی اصلی موثر بر زیست‌فرآهمی روی شامل عوامل آلی تاثیرگذار بر زیست‌فرآهمی و نیز اثرات متقابل یون-فلز می‌باشند. منابع استاندارد مورد استفاده به‌منظور بررسی زیست‌فرآهمی روی شامل سولفات، کلراید، اکسید و استات روی می‌باشند که البته سولفات روی بیش از همه مورد استفاده قرار می‌گیرد (1). براساس نتایج مشاهده شده، روی موجود در فرآورده‌های دامی به‌طور معمول قابلیت دسترسی زیستی بیشتری نسبت به فرآورده‌های گیاهی دارد (1). مطالعات صورت گرفته در طیور نشان داده است که منابع آلی روی (روی-متیونین) در مقایسه با منابع سولفات و اکسید روی زیست فرآهمی بیشتری دارند (25).

اطلاعات به‌دست آمده از شکل‌های آلی روی به شکل کامل نمی‌باشد. بر همین اساس در برخی گزارش‌ها آمده است که استفاده از شکل آلی روی در مقایسه با منابع معدنی روی موجب بهبود پاسخ‌های تولیدی نشخوارکنندگان می‌شود (31،36). با توجه به نقش تایید شده روی در حفظ ساختار سیستم ایمنی، پیشنهاد شده است که کمبود روی می‌تواند منجر به افزایش SCC[1] و در نتیجه منجر به افزایش نرخ شیوع ورم پستان شود (37). همچنین گزارش شده است که استفاده از شکل آلی کیلات روی باعث کاهش میزان SCC در گاوهای شیری پرتولید می‌شود (7).

از زمانیکه که نقش روی در تنظیم اشتها بررسی شده است (20)، پیشرفت‌هایی در پژوهش‌های انجام شده با موش ها حاصل شده است. بیان شده است که الگو مصرف خوراک همانند نرخ مصرف می‌تواند تحت تاثیر قرار بگیرد و کمبود حاد عنصر روی ناشی از مصرف خوراک تقریبا عاری از عنصر روی موجب می‌شود که موش‌ها غذای کمی (لقمه لقمه خوردن) را به‌جای یک وعده غذایی کامل مصرف کنند (13).

نتایج به‌دست آمده از مطالعاتی که در خصوص مقایسه منابع آلی و غیر آلی روی انجام شده است متغیر می‌باشد و در برخی از مطالعات تفاوتی در قابلیت زیست‌فرآهمی این منابع مشاهده نشده است (31). منابع آلی روی از لحاظ نوع بایندر یا

1- Somatic Cell Count

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOI: 10.29252/rap.11.27.66]

بایندرهای مورد استفاده برای کمپلکس یا کیلات با یکدیگر تفاوت دارند، که این عامل ممکن است زیست‌فرآهمی را تحت‌تاثیر قرار دهد. بر همین اساس گزارش شده است که بره‌های تغذیه شده با لیزین روی غلظت بالاتری روی در کبد، کلیه و پانکراس در مقایسه با آن‌هایی که از متیونین روی تغذیه کردند، داشتند (24).

بنابراین هدف از این پژوهش بررسی اثر منابع مختلف روی بر عملکرد تولیدی، پارامترهای خونی و قابلیت هضم در گاوهای شیرده هلشتاین می‌باشد.

مواد و روش‌ها

سی پنج راس گاو هلشتاین شیرده دو شکم زایش کرده و بالاتر در قالب طرح کامل تصادفی استفاده شد. هر یک از دام‌ها به‌صورت تصادفی به یکی از پنج جیره آزمایشی شامل 1) جیره کنترل؛ بدون مکمل روی، 2) جیره همراه با منبع گلایسین روی، 3) جیره همراه با هیدروکسی کلراید روی، 4) جیره همراه با اکسید روی و 5) جیره همراه با سولفات روی اختصاص داده شدند به‌نحوی که هر یک از تیمارهای آزمایشی دارای 7 تکرار بودند.

این آزمایش در قالب 2 فاز صورت گرفت که مدت زمان کامل آن 62 روز بود. بخش اول شامل دوره تخلیه بود؛ طول مدت این بخش 42 روز بوده و حیوانات با جیره فاقد مکمل روی (جیره پایه) تغذیه شدند. بخش دوم شامل دوره نمونه‌گیری بوده که طول مدت آن 20 روز بود و از 5 جیره آزمایشی استفاده گردید (32). حیوانات به‌صورت انفرادی همراه با دسترسی آزاد به آب و خوراک نگهداری شدند. خوراک مصرفی روزانه در دو نوبت توزین شده و در اختیار حیوانات قرار گرفت. جیره پایه در تیمارهای مختلف یکسان بود (جیره شاهد؛ جدول 1-1). سایر گروه‌های تیماری علاوه بر جیره پایه مقدار 1500 میلی‌گرم در روز به‌ازای هر راس مکمل روی از منبع مورد نظر دریافت کردند.

میزان مصرف خوراک به‌صورت انفرادی و روزانه اندازه‌گیری شد و اندازه‌گیری وزن و تعیین BCS[1] در مقیاس 1 تا 5 (38)، در ابتدا و انتهای آزمایش (دو بار) انجام شد. رکورد برداری میزان شیر و نمونه‌گیری از شیر پنج مرتبه در طول دوره نمونه‌گیری صورت گرفت و نمونه‌ها جهت اندازه‌گیری میزان چربی، پروتئین، عنصر روی و شمار سلول‌های سماتیک مورد آنالیز قرار گرفتند. جمع‌آوری نمونه‌های TMR[2] و مدفوع 3 بار در طول انجام آزمایش صورت گرفت و نمونه‌ها تا زمان آزمایش در دمای 20- درجه سلسیوس نگهداری شدند.

نمونه‌های مدفوع و TMR توسط آسیاب با مقیاس 1 میلی‌متر آسیاب شدند و در نهایت اندازه‌گیری‌های مربوط به ماده خشک، ماده آلی و خاکستر توسط رویه AOAC (1) انجام شد. قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، ماده آلی و خاکستر با استفاده از خاکستر نامحلول در اسید به‌عنوان نشانگر تعیین شد (35).

نمونه‌گیری از خون سه بار در طول انجام آزمایش در زمان پیش از خوراک صبح صورت گرفت. به این شرح که نمونه‌های خون از سیاهرگ دمی توسط لوله‌های تحت خلاء حاوی هپارین برای شاخص‌های گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید و همچنین توسط لوله‌های فاقد ماده ضدانعقاد برای شاخص روی جمع‌آوری شد. لوله‌های حاوی خون پس از نمونه‌گیری به سرعت به فلاسک سیار حاوی کیسه‌های یخ[3] منتقل شد و سپس سرم و پلاسما توسط سانتریفوژ با دور 1200g و به‌مدت 15 دقیقه جدا شد و سپس در ظروف نگهداری پلاسما تا زمان اندازه‌گیری پارامترهای مورد نظر نگهداری گردید. در نهایت اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی گلوکز، کلسترول و تری‌گلیسرید با استفاده از کیت‌های تجاری پارس آزمون و میزان روی پلاسما با استفاده از کیت تجاری بایرکس فارس و توسط دستگاه میکرو پلیت‌ریدر اتومات صورت گرفت. به‌منظور اندازه‌گیری زیست‌فرآهمی منابع مختلف روی از روش نسبت میانگین استفاده گردید. در این حالت از نسبت میانگین روی موجود در سرم منبع آزمایشی (گلایسینات روی، هیدروکسی کلراید روی و اکسید روی) به میانگین روی موجود در سرم منبع استاندارد (سولفات روی) برای برآورد زیست‌فرآهمی استفاده شد (1).

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (26) صورت گرفت. متغیرهایی که یک بار اندازه‌گیری شدند، به روش آماری GLM و متغیرهایی که چند بار اندازه‌گیری شدند، با رویه آماری MIXED مورد آنالیز قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس به‌صورت میانگین حداقل مربعات و انحراف معیار میانگین‌ها گزارش شد. سطح معنی‌داری در ($P \leq 0/05$) بیان گردید.

1- Body Condition Score
2- Total Mixed Ration
3- Ice Bag

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOI: 10.29252/rap.11.27.66]

جدول 1- اجزای تشکیل‌دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

Table 1. Ingredient and Chemical composition of experimental diets

مواد خوراکی مورد استفاده بر اساس درصد ماده خشک	ترکیب
یونجه خشک	16/75
ذرت سیلو شده	20/47
تفاله چغندر قند	6/14
دانه جو	15/37
دانه ذرت	16/14
کنجاله سویا	10/98
کنجاله گلوتن ذرت	1/14
پودر ماهی	1/16
پودر گوشت	1/49
دانه سویای کامل اکسترود شده	1/73
تخم پنبه کامل	3/2
پودر چربی کلسیمی	1/57
سبوس گندم	1/13
مکمل معدنی و ویتامینه[1]	0/94
کربنات کلسیم	0/31
دی کلسیم فسفات	0/18
بی کربنات سدیم	0/94
اکسید منیزیم	0/12
نمک	0/19
توکسین بایندر	0/06
ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی	
انرژی خالص شیردهی (مگاکالری بر کیلوگرم ماده خشک)[2]	1/7
پروتئین خام (درصد)[3]	16/14
چربی خام (درصد)[3]	4/84
دیواره سلولی (درصد)[3]	30/23
کلسیم (درصد)[3]	0/98
فسفر (درصد)[3]	0/49
روی (میلی گرم در هر کیلوگرم)[3]	37

1- کیلوگرم مکمل ویتامینی دارای 750000 واحد بین‌المللی ویتامین A، 200000 واحد بین‌المللی ویتامین D، 4000 واحد بین‌المللی ویتامین E، 400 میلی‌گرم آنتی‌اکسیدان، 150 گرم کلسیم، 40 گرم فسفر، 40 گرم منیزیم، 60 گرم سدیم، 5000 میلی‌گرم منگنز، 4000 میلی‌گرم آهن، 1500 میلی‌گرم مس، 40 میلی‌گرم کبالت، 60 میلی گرم ید، 40 میلی گرم سلنیوم.

2- محاسبه شده بر اساس جداول انجمن ملی تحقیقات (19)

3- براساس داده‌های به‌دست آمده در آزمایشگاه

نتایج و بحث

میانگین حداقل مربعات مربوط فراسنجه‌های خون در گاوهای تغذیه شده با منابع مختلف عنصر روی در جدول شماره 2 ارائه شده است. نتایج این تحقیق نشان‌داد که استفاده از منابع مختلف روی تاثیر معنی‌داری بر گلوکز، کلسترول و تری‌گلیسرید نداشت (P>0/10).

براساس نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، فراسنجه‌های گلوکز، کلسترول و تری‌گلیسرید خون گاوها تحت‌تاثیر جیره‌ها آزمایشی قرار نگرفتند. با در نظر گرفتن این نکته که استفاده از منابع مختلف روی در این پژوهش تاثیر معنی‌داری بر ماده خشک مصرفی و بازده خوراک نداشت که به احتمال می‌تواند دلیلی بر عدم تغییر در شاخص‌های گلوکز، کلسترول و تری‌گلیسرید باشد. همچنین گزارش شده است که استفاده از منابع مختلف روی (نانو اکسید روی، پروتئینات روی و اکسید روی) در جیره بلدرچین ژاپنی تاثیر معنی‌داری بر کلسترول و تری‌گلیسرید پلاسما ندارد (8).

استفاده از منابع مختلف روی در تغذیه گاوهای شیری به‌طور معنی‌داری میزان روی موجود در سرم خون را نسبت به گروه شاهد افزایش داد (P<0/010). بر این اساس میزان زیست فرآهمی براساس نسبت وزنی روی سرم، برای منابع گلایسینات روی، هیدروکسی کلراید روی و اکسید روی نسبت به سولفات روی به‌ترتیب 110/05، 109/55 و 102/80 می‌باشد. همچنین استفاده از منابع گلایسینات روی، هیدروکسی کلراید روی، اکسید روی و سولفات روی به‌ترتیب باعث افزایش 24/84%، 24/27%، 16/61% و 13/44% در میزان روی سرم شدند. مطابق با این نتایج گزارش شده است که استفاده از سولفات روی و متیونین روی موجب افزایش روی موجود در سرم نسبت به گروه کنترل می‌شود (27). همچنین در تحقیق دیگری که توسط اووت و همکاران (21) انجام شد مشاهده شد که استفاده از مکمل روی موجب افزایش میزان روی سرم به میزان 28 درصد می‌شود.

استفاده از منابع مختلف روی تاثیر معنی‌داری بر BCS، تولید شیر، شیر تصحیح شده برای انرژی و شیر تصحیح شده برای چربی نداشت (جدول شماره 3؛P>0/10). همچنین درصد چربی شیر، درصد پروتئین شیر، کیلوگرم چربی تولید شده و کیلوگرم پروتئین تولید شده در روز تحت‌تاثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفتند (P>0/10). اگرچه استفاده از منابع مختلف روی تاثیر معنی‌داری بر شمار سلول‌های بدنی نداشت، اما میزان این شاخص در دام‌های مصرف کننده گلایسینات روی (P=0/054) و هیدورکسی کلراید روی (P=0/069) نسبت به گروه شاهد تمایل به کاهش داشت.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.29252/rap.11.27.66]

مطابق با این نتایج گزارش شده است که زمان استفاده از میزان برابر با 75 درصد و 100 درصد سطح توصیه‌شده براساس NRC (19) از مکمل روی چه در فرم آلی و چه در فرم غیر آلی تاثیر معنی‌داری بر میزان BCS گاوهای شیری ندارد (18). یوشیدا و همکاران (34) مشاهده کردند که مکمل کردن روی در فرم آلی و ترکیبی از فرم آلی و معدنی تاثیری در افزایش تولید شیر ندارد. همچنین در پژوهش دیگری که توسط سبحانی‌راد و همکاران (27) صورت گرفت مشاهده شد که استفاده از مکمل روی چه به شکل متیونین روی و چه به شکل سولفات روی، تاثیر معنی‌داری بر تولید شیر ندارد. در مقابل در مطالعاتی که توسط سایر محققین صورت گرفته است، بیان شده است که استفاده از فرم آلی روی چه به‌صورت کمپلکس با لایزین (11) و چه به‌صورت کمپلکس با متیونین (31،9) می‌تواند موجب افزایش تولید شیر گردد. همچنین کوپ و همکاران (5) گزارش کردند که استفاده از فرم آلی روی موجب افزایش تولید شیر می‌شود که البته این افزایش تولید شیر، پس از هشت هفته استفاده از مکمل روی مشاده گردید.

نتایج این پژوهش نشان‌داد که استفاده از منابع مختلف روی تاثیر معنی‌داری بر ترکیب شیر ندارد که در همین راستا گزارش شده است که استفاده از سطوح مختلف و همچنین منابع مختلف روی تاثیر معنی‌داری بر ترکیب شیر ندارد (16،5).

جدول 2- تاثیر منابع مختلف عنصر روی بر فاکتورهای خون گاوهای شیرده هلشتاین

Table 2. Effects of zinc source on blood parameters in dairy cattle

صفت	تیمار					انحراف معیار استاندارد	سطح معنی‌داری
	شاهد	گلایسینات روی	هیدروکسی کلراید روی	اکسید روی	سولفات روی		
گلوکز (mg/dl)	51/65	52/73	52/38	52/03	50/55	2/571	0/973
کلسترول (mg/dl)	144/92	143/08	145/05	144/68	142/32	2/447	0/893
تری‌گلیسرید (mg/dl)	11/35	11/53	12/34	11/64	12/11	0/701	0/847
روی (µg/mL)	1/228[b]	1/533[a]	1/526[a]	1/432[a]	1/393[a]	0/055	0/004

حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (P<0/05).

میزان سلول‌های بدنی اگرچه به‌طور معنی‌داری تحت‌تاثیر منابع مختلف روی قرار نگرفت ولی در تیمارهای اکسید و سولفات روی به‌طور عددی کمتر از گروه شاهد بود و در تیمارهای هیدروکسی کلراید روی و گلایسینات روی نسبت به گروه کنترل تمایل به کاهش داشت. یکی از دلایل کاهش شمار سلول‌های بدنی می‌تواند به‌دلیل نقش روی در تشکیل کراتین باشد که پوشش کراتینی کانال سر پستانک، باکتری‌ها را به دام انداخته و از حرکت آنها به‌سمت غدد پستانی جلوگیری می‌کند (17). کاهش SCC در پی استفاده از مکمل روی همچنین می‌تواند به‌دلیل بهبود پاسخ‌های سیستم ایمنی سلولی باشد (39). افزایش در میزان شمار سلول‌های بدنی در گاوهای دریافت‌کننده میزان پایین مکمل روی می‌تواند به‌دلیل کاهش در عملکرد لوکوسیت‌ها باشد که این شرایط در نتیجه منجر به افزایش حساسیت غدد پستانی به عفونت‌های باکتریایی خواهد شد (25). کاهش میزان سلول‌های بدنی که در نتیجه استفاده از منابع آلی روی اتفاق می‌افتد وابسته به میزان اولیه شمار سلول‌های بدنی است که در شرایط بالاتر از 400 هزار سلول در هر میلی‌لیتر در ابتدای آزمایش رخ می‌دهد (10،7). در مطالعاتی که با میزان SCC کمتر از 150 هزار سلول در هر میلی‌لیتر صورت گرفت، هیچ‌گونه تاثیری در استفاده از فرم آلی منابع روی در کاهش شمار سلول‌های بدنی مشاهده نشد (29،5).

جدول 3- تاثیر منابع مختلف عنصر روی بر تولید و ترکیب شیر در گاوهای شیرده هلشتاین

Table 3. Effects of zinc source on milk production and composition in dairy cattle

صفت	تیمار					انحراف معیار استاندارد	سطح معنی‌داری
	شاهد	گلایسینات روی	هیدروکسی کلراید روی	اکسید روی	سولفات روی		
BCS	3/26	3/16	3/22	3/23	3/17	0/051	0/611
تولید شیر (kg/d)	39/28	41/55	41/89	40/86	40/38	1/233	0/606
ECM (kg/d)	38/67	41/02	41/07	41/09	39/90	1/348	0/611
FCM (kg/d)	39/00	41/26	41/64	40/94	40/19	1/426	0/670
چربی %	3/62	3/48	3/47	3/49	3/48	0/143	0/931
پروتئین %	3/01	2/97	2/92	3/02	2/99	0/045	0/595
چربی Kg	1/37	1/43	1/45	1/43	1/40	0/059	0/887
پروتئین Kg	1/18	1/24	1/21	1/24	1/19	0/048	0/856
لگاریتم شمار سلول‌های بدنی	5/42	4/54	4/61	4/96	4/96	0/287	0/312

میزان ماده خشک مصرفی تفاوت معنی‌داری در بین تیمارهای آزمایشی نداشت (جدول شماره 4؛P>0/10). روی موجود در خوراک و میزان روی مصرفی روزانه و روی دفعی در مدفوع به‌طور معنی‌داری در گروه‌های مصرف‌کننده مکمل روی بیشتر از گروه شاهد بود (P<0/010)، درحالیکه تفاوتی بین منابع روی مشاهده نشد. نتایج همچنین نشان‌داد که

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.29252/rap.11.27.66]

میزان جذب روی در دام‌های مصرف‌کننده مکمل روی به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه شاهد بود (P<0/010) و میزان جذب روی در تیمارهای گلایسینات روی و هیدرکسی کلراید روی به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه مصرف کننده سولفات روی بود (P<0/050). روی دفعی در شیر به‌ازای هر لیتر شیر تولیدی، روی دفعی در شیر در روز و روی ابقا شده در بدن به‌طور معنی‌داری در تیمارهای مصرف‌کننده منابع مختلف روی بیشتر از گروه شاهد بود (P<0/010). همچنین نتایج نشان داد که استفاده از منابع روی تاثیر معنی‌داری بر قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و خاکستر ندارد (جدول شماره 5؛ P>0/10).

جدول 4- تاثیر منابع مختلف عنصر روی بر ماده خشک مصرفی، قابلیت هضم ظاهری و ابقای روی در گاوهای شیرده هلشتاین

Table 4. Effects of zinc source on apparent absorption and retention in dairy cattle

صفت	تیمار					انحراف معیار استاندارد	سطح معنی داری
	شاهد	گلایسینات روی	هیدروکسی کلراید روی	اکسید روی	سولفات روی		
ماده خشک مصرفی (kg/d)	20/648	21/405	21/987	21/517	21/281	0/796	0/830
روی موجود در خوراک (mg/kg)	36/90^{b}	107/68^{a}	105/92^{a}	106/89^{a}	108/26^{a}	2/508	0/0001
روی مصرفی (mg/d)	761/90^{b}	2289/83^{a}	2311/31^{a}	2293/97^{a}	2285/28^{a}	29/372	0/0001
روی دفعی در شیر (mg/kg)	3/61^{b}	4/82^{a}	4/74^{a}	4/75^{a}	4/54^{a}	0/254	0/0110
روی دفعی در شیر (mg/d)	138/74^{b}	200/21^{a}	202/07^{a}	193/04^{a}	182/74^{a}	14/521	0/0258
روی دفعی در مدفوع (mg/d)	606/75^{b}	1906/91^{a}	1908/19^{a}	1919/74^{a}	1934/93^{a}	25/805	0/0001
روی جذب شده (mg/d)	155/15^{c}	382/92^{a}	403/12^{a}	374/23^{ab}	350/35^{b}	10/560	0/0001
روی ابقا شده (mg/d)	16/42^{b}	182/71^{a}	201/05^{a}	181/19^{a}	167/61^{a}	10/791	0/0001

حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (P<0/05).

گزارش شده است که استفاده از مقادیر 1000 و 2000 میلی‌گرم در هر کیلوگرم خوراک مکمل سولفات روی موجب افزایش معنی‌دار در میزان غلظت روی موجود در شیر می‌شود (15) که موافق با نتایج مشاهده شده در این پژوهش می‌باشد. در مطالعه‌ی دیگری هم که توسط سبحانی‌راد و همکاران (27) انجام شد مشاهده شد که استفاده از سولفات روی و متیونین روی به‌ترتیب موجب افزایش 50 و 60 درصدی در غلظت روی موجود در شیر شد. در مقابل مطالعات دیگر تفاوتی در میزان روی موجود در شیر در شرایط استفاده از منابع روی مشاهده نکردند (12).

نتایج نشان داده که استفاده از منابع مختلف روی تاثیر معنی‌داری بر ماده خشک مصرفی ندارد. بیان شده است که استفاده از سطوح 40 تا 65 میلی‌گرم در هر کیلوگرم مکمل روی تاثیر معنی‌داری بر ماده خشک مصرفی گاوهای شیرده هلشتاین در طی 14 هفته آزمایش نداشته است (5) که مطابق با نتایج این تحقیق می‌باشد. همچنین بیان شده است که شکل مکمل روی چه به‌صورت آلی و چه به‌صورت معدنی تاثیرات کمی بر ماده خشک مصرفی در گاوهای شیری دارد (14،5). مالکوم-کالیس و همکاران (14) از سطوح 20، 100 و 200 میلی‌گرم در هر کیلوگرم ماده خشک استفاده کردند و مشاهده کردند که با افزایش سطح روی جیره ماده خشک مصرفی کاهش می‌یابد. این محققین بیان کردند که احتمالا به‌دلیل تاثیر منفی افزایش سطح روی بر خوش خوراکی جیره، میزان ماده خشک مصرفی کاهش می‌یابد.

بیان شده است که استفاده از شکل آلی مواد معدنی منجر به افزایش زیست فرآهمی شده، و در نتیجه میزان جذب در سیستم هضم روده‌ای را افزایش می‌دهد (31). افزایش میزان جذب ماده معدنی از یک سو یا می‌تواند منجر بهبود عملکرد و سلامتی شده و یا از سوی دیگر سطح نیاز مکمل روی را در جیره کاهش دهد. در پژوهشی که توسط اسپیرز و همکاران (32) صورت گرفت مشاهده شد که استفاده از منابع مختلف مکمل روی موجب افزایش روی دفعی در مدفوع نسبت به گروه شاهد می‌شود، در حالیکه تفاوتی در بین منابع آلی و معدنی مشاهده نشد که مطابق با نتایج مشاهده شده در تحقیق حاضر می‌باشد. روی جذب شده در تیمارهای حاوی مکمل روی به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه شاهد بود و در بین جیره‌های آزمایشی میزان جذب روی در گلایسینات روی و هیدروکسی کلراید روی بیشتر از گروه سولفات روی بود. مشابه با این نتایج، گزارش شده است که میزان جذب ظاهری روی در تلیسه‌های مصرف کننده گلایسینات روی نسبت به گروه‌های مصرف کننده سولفات روی و متیونین روی تمایل به افزایش داشت (32). همچنین در پژوهشی که توسط اسپیرز (30) صورت گرفت بیان شد که میزان ابقای ظاهری روی در بره‌های دچار کمبود روی تغذیه شده با متیونین روی بالاتر از گروه کنترل است.

جذب روده‌ای عنصر روی به‌طور عمده در روده کوچک صورت می‌گیرد (6). در حیواناتی که با کمبود روی مواجه هستند، عنصر روی به‌راحتی وارد سلول‌های انتروسیت شده و توسط پروتئین روده‌ای (CRIP) که غنی از اسید آمینه سیستئین است، از درون سلول‌ها عبور کرده و وارد جریان خون می‌شود (19). در حیواناتی که میزان کافی عنصر روی دریافت کرده‌اند، متالوتیونین، دومین پروتئین سرشار از اسید آمینه سیستئین، موجود در سلول‌های موکوسی با CRIP برای انتقال روی از درون غشا رقابت می‌کند. عنصر روی متصل به متالوتیونین در انتروسیت‌ها باقی خواهد ماند و هنگامی‌که سلول انتروسیت مرده و کنده شود، عنصر روی متصل به متالوتیونین از طریق مدفوع دفع می‌شود (4). به‌وسیله تنظیم پایین یا بالای متالوتیونین در سلول‌های انتروسیت غشای

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.29252/rap.11.27.66]

موکوسی، میزان روی جیره‌ای جذب شده کنترل می‌شود (۳۳).

با توجه به یافته‌های تحقیق حاضر می‌توان بیان نمود که منابع گلایسینات روی و هیدروکسی کلراید روی زیست فرآهمی بالاتری از منابع معدنی روی دارند و جذب روی در این تیمارها به‌طور معنی‌داری بالاتر از تیمار سولفات بوده که در نتیجه می‌تواند بیانگر این موضوع باشد که می‌توان از سطوح کمتری از مکمل روی از منابع گلایسینات روی و هیدروکسی کلراید روی به‌منظور تامین نیاز دام در مقایسه با منابع معدنی اکسید روی و سولفات روی استفاده گردد. همچنین استفاده از منابع روی موجب بهبود کیفیت شیر از طریق افزایش روی موجود در شیر و کاهش شمار سلول‌های بدنی می‌شود.

جدول ۵- تاثیر منابع مختلف عنصر روی بر قابلیت هضم ظاهری در گاوهای شیری

Table 5. Effects of zinc source on apparent digestibility in dairy cattle

صفت	تیمار					انحراف معیار استاندارد	سطح معنی‌داری
	شاهد	گلایسینات روی	هیدروکسی کلراید روی	اکسید روی	سولفات روی		
قابلیت هضم ماده خشک (٪)	۵۳/۲۶	۵۱/۹۹	۵۲/۳۲	۵۴/۰۴	۵۴/۶۶	۲/۴۵۶	۰/۹۳۱
قابلیت هضم ماده آلی (٪)	۵۷/۴۰	۵۶/۲۲	۵۶/۵۱	۵۸/۵۷	۵۹/۱۷	۲/۲۹۶	۰/۸۶۹
قابلیت هضم خاکستر (٪)	۲۱/۷۱	۲۰/۷۲	۲۲/۴۸	۲۳/۷۲	۲۰/۵۲	۳/۱۳۲	۰/۹۴۸

حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (P<۰/۰۵).

منابع

1. Ammerman, C.B., D.P. Baker and A.J. Lewis. 1995. Bioavailability of nutrients for animals: Amino acids, minerals, vitamins, Elsevier.
2. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed., Association of Analytical Chemists, Arlington, VA.
3. Campbell, M.H., J.K. Miller and F.N. Schrick. 1999. Effect of additional cobalt, copper, manganese, and zinc on reproduction and milk yield of lactating dairy cows receiving bovine somatotropin. Journal of Dairy science, 82(5): 1019-1025.
4. Chesters, J. In: O'Dell B.L. and R. Sunde. 1997. Handbook of Nutritionally Essential Mineral Elements. New York: Marcel Dekker, Inc, 185-231.
5. Cope, C.M., A.M. Mackenzie, D. Wilde and L.A. Sinclair. 2009. Effects of level and form of dietary zinc on dairy cow performance and health. Journal of Dairy Science, 92(5): 2128-2135.
6. Flagstad, T. 1976. Lethal trait A 46 in cattle. Intestinal zinc absorption. Nordisk Veterinaermedicin, 28(3): 160-169.
7. Hansen, R. 1992. Effects of Bioplex Zinc supplements on somatic cell counts in three high producing dairy herds. Biotechnol. Feed Ind., Proc. Alltech's 8th Annu. Symp. Nicholasville, KY, 55–57.
8. Karimi, A., S.K. Hosseini, Z. Nemati and M.R. Sheikhlou. 2018. Effects of different zinc sources on productive performance and egg quality, blood parameters and immune response in Japanese layer quail. Research on Animal Production, 9(20): 27-35 (In Persian).
9. Kellogg, D.W., D.J. Tomlinson, M.T. Socha and A.B. Johnson. 2004. Effects of zinc methionine complex on milk production and somatic cell count of dairy cows: Twelve-trial summary. The Professional Animal Scientist, 20(4): 295-301.
10. Kinal, S., A. Korniewicz, D. Jamroz, R. Zieminski and M. Slupczynska. 2005. Dietary effects of zinc, copper and manganese chelates and sulphates on dairy cows. Journal of Food, Agriculture and Environment, 3(1): 168-172.
11. Kincaid, R.L. and J.D. Cronrath. 1993. Effects of added dietary fat and amino acids on performance of lactating cows. Journal of Dairy Science, 76(6): 1601-1606.
12. Kirchgessner, M., B.R. Paulicks and H. Hagemeister. 1994. Zinc concentration in the milk of dairy cows supplemented with high-levels of zinc methionine. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 72: 165-167.
13. Kwun, I.S., Y.E. Cho, R.A.R. Lomeda, S.T. Kwon, Y. Kim and J.H. Beattie. 2007. Marginal zinc deficiency in rats decreases leptin expression independently of food intake and corticotrophin-releasing hormone in relation to food intake. British Journal of Nutrition, 98(03): 485-489.
14. Malcolm-Callis, K.J., G.C. Duff, S.A. Gunter, E.B. Kegley and D.A. Vermeire. 2000. Effects of supplemental zinc concentration and source on performance, carcass characteristics, and serum values in finishing beef steers. Journal of Animal Science, 78(11): 2801-2808.
15. Miller, W.J., H.E. Amos, R.P. Gentry, D.M. Blackmon, R.M. Durrance, C.T. Crowe and M.W. Neathery. 1989. Long-term feeding of high zinc sulfate diets to lactating and gestating dairy cows. Journal of Dairy Science, 72(6): 1499-1508.
16. Neathery, M.W., W.J. Miller, D.M. Blackmon and R.P. Gentry. 1973. Performance and milk zinc from low-zinc intake in Holstein cows. Journal of Dairy Science, 56(2): 212-217.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.29252/rap.11.27.66]

17. Nickerson S.C. 1990. Defense mechanisms of the cow. In Proc. 29th Annu. Mtg., Louisville, KY. 157 pp., Natl. Mastitis Council, Arlington, VA.
18. Nocek, J.E., M.T. Socha and D.J. Tomlinson. 2006. The effect of trace mineral fortification level and source on performance of dairy cattle. Journal of Dairy Science, 89(7): 2679-2693.
19. NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle, 7th revised edition. National Academy, Washington, DC.
20. O'Dell, B.L. and P.G. Reeves. 1989. Zinc status and food intake. In Zinc in human biology. Springer, London, 173-181.
21. Ott, E.A., W.H. Smith, R.B. Harrington, H.E. Parker and W.M. Beeson. 1966. Zinc toxicity in ruminants. IV. Physiological changes in tissues of beef cattle. Journal of Animal Science, 25(2): 432-438.
22. Prasad, A.S. 1995. Zinc: an overview. Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.), 11(1 Suppl): 93-99.
23. Rink, L. and H. Kirchner. 2000. Zinc-altered immune function and cytokine production. The Journal of Nutrition, 130(5): 1407S-1411S.
24. Rojas, L.X., L.R. McDowell, R.J. Cousins, F.G. Martin, N.S. Wilkinson, A.B. Johnson and J.B. Velasquez. 1995. Relative bioavailability of two organic and two inorganic zinc sources fed to sheep. Journal of Animal Science, 73(4): 1202-1207.
25. Sahraei, M and H. Janmohammadi. 2016. Estimation of the relative bioavailability of different zinc sources in broiler chickens fed by semi-purified diets. Research on Animal Production, 7(13): 59-49 (In Persian).
26. SAS Institute. 2002. SAS User's Guide: Statistics. Release 9.1.3. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
27. Sobhanirad, S., D. Carlson and R.B. Kashani. 2010. Effect of zinc methionine or zinc sulfate supplementation on milk production and composition of milk in lactating dairy cows. Biological Trace Element Research, 136(1): 48-54.
28. Sordillo, L.M., K. Shafer-Weaver and D. DeRosa. 1997. Immunobiology of the mammary gland. Journal of Dairy Science, 80(8): 1851-1865.
29. Spain, J.N., B.J. Stevens, D.K. Hardin and J.G. Thorne. 1993. Effects of Bioplex Zinc or zinc oxide on mastitis incidence in lactating dairy cows. Biotechnol. Feed Ind., Proc .Alltech's 9th Annu. Symp., Nicholasville, KY, 53-60.
30. 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.
31. Spears, J.W. 1996. Organic trace minerals in ruminant nutrition. Animal Feed Science and Technology, 58(1-2): 151-163.
32. Spears, J.W., P. Schlegel, M.C. Seal and K.E. Lloyd 2004. Bioavailability of zinc from zinc sulfate and different organic zinc sources and their effects on ruminal volatile fatty acid proportions. Livestock Production Science, 90(2-3): 211-217.
33. Taylor, C.M., J.R. Bacon, P.J. Aggett and I. Bremner. 1991. Homeostatic regulation of zinc absorption and endogenous losses in zinc-deprived men. The American Journal of Clinical Nutrition, 53(3): 755-763.
34. Uchida, K., P. Mandebvu, C.S. Ballard, C.J. Sniffen and M.P. Carter. 2001. Effect of feeding a combination of zinc, manganese and copper amino acid complexes and cobalt glucoheptonate on performance of early lactation high producing dairy cows. Animal Feed Science and Technology, 93(3-4): 193-203.
35. Van Keulen, J. and B.A. Young. 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. Journal of Animal Science, 44(2): 282-287.
36. Wedekind, K.J., A.E. Hortin and D.H. Baker. 1992. Methodology for assessing zinc bioavailability: efficacy estimates for zinc-methionine, zinc sulfate and zinc oxide. Journal of Animal Science, 70(1): 178-187.
37. Whitaker, D.A., H.F. Eayres, K. Aitchison and J.M. Kelly. 1997. No effect of a dietary zinc proteinate on clinical mastitis, infection rate, recovery rate and somatic cell count in dairy cows. The Veterinary Journal, 153(2): 197-203.
38. Wildman, E.E., G.M. Jones, P.E. Wagner, R.L. Boman, Jr.H.F. Troutt and T.N. Lesch. 1982. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. Journal of Dairy Science, 65(3): 495-501.
39. Wirth, J.J., P.J. Fraker and F. Kierszenbaum. 1984. Changes in the levels of marker expression by mononuclear phagocytes in zinc-deficient mice. The Journal of Nutrition, 114(10): 1826-1833.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.29252/rap.11.27.66]

Effects of Zinc Sources on Bioavailability, Production Performance, and Digestibility in Early Lactation of Holstein Dairy Cows

Mehdi Nematpour[1], Kamran Rezayazdi[2], Mehdi Ganj khanlou[2] and Armin Towhidi[3]

1- Ph.D. student, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran
2- Associate Professors, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran
(Corresponding author: rezayazdi@ut.ac.ir)
3- Associate Professors, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran
4- Professors, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran
Received: October 18, 2019 Accepted: January 13, 2020

Abstract

Thirty multiparous Holstein dairy cows used to aim the investigation of the effects of zinc from different sources on bioavailability, production performance, and digestibility. Dairy cows in a complete randomized design randomly allocated to one of five dietary treatments that consist of 1) control (no supplement Zn), 2) Zn glycine complex (ZnGly), 3) Zn Hydroxychloride (ZnHcl), 4) Zn oxide (ZnO), 5) Zn sulfate (ZnSO4). The result indicated that different sources of zinc had not affected glucose, cholesterol and triglyceride (P>0.10). The used of different sources of zinc significantly increased of serum zinc to compare control (P<0.010). Results showed that, BCS, milk, energy-corrected milk, fat-corrected milk yield and milk yield composition in dairy cows were not significantly affected by Zn source (P>0.10). Somatic cell count tended to decrease in ZnGly (P=0.096) and ZnHcl (P=0.073) in compare of control group. Dry matter intake was not different between treatment (P>0.10). Daily zinc intake, fecal zinc, the zinc concentration in milk per liter/or day, the zinc concentration in milk per liter/or day, apparent absorption and retention of zinc significantly were higher in zinc supplemented group in compare of control (P<0.010). Also, the used of different sources of zinc had not significantly affected on digestibility of dry matter, organic matter, and Ash (P>0.10). Therefore, the results of this study suggested that used of zinc sources in dairy cows diet ZnGly and ZnHcl have higher bioavailability than inorganic sources of zinc and also might improve milk quality throw decrease of somatic cell count.

Keywords: Zinc, Bioavailability, Production Performance, Digestibility, Dairy Cows

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.29252/rap.11.27.66]