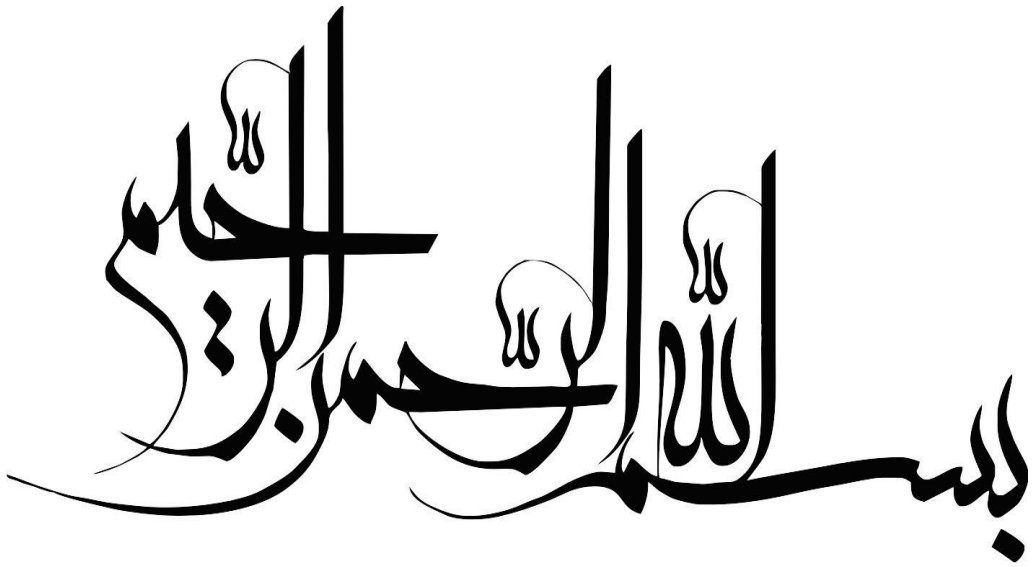
بسم الله الرحمن الرحيم

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی
گروه علوم دامی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته‌ی علوم دامی
گرایش تغذیه دام

عنوان پایان نامه

تاثیر افزودن اسانس رازیانه و سولفات مس برعملکرد رشد، پاسخ ایمنی، خصوصیات لاشه و برخی فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی

استاد راهنما:
دکتر مهران ترکی

نگارش:
طیبه رستمی خره آبی

اسفند ماه ۱۳۹۱

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و
نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه
متعلق به دانشگاه رازی است.

تقدیم به

روح پدر عزیزم

مادر مهربان و فداکارم

خواهران عزیزم

دوستان عزیزم

و تقدیم به همه آنهایی که

در دوران زندگی سهمی هرچند کوچک در رشد و تعالی من داشته اند

چکیده

این مطالعه به‌منظور بررسی اثرات افزودن سولفات مس پنتاهیدرات(صفر و ۲۰۰میلی‌گرم بر کیلوگرم) و اسانس رازیانه (صفر و ۲۰۰میلی‌گرم بر کیلوگرم) به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی بر عملکرد تولیدی (وزن بدن، افزایش وزن روزانه، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی)، برخی فراسنجه‌های خونی(کلسترول، تری‌گلیسیرید، گلوکز، اسیداوریک، آلبومین، HDL و LDL)، نسبت هتروفیل به لنفوسیت و تیتر آنتی‌بادی علیه مولد بیماری نیوکاسل از سن صفر تا ۴۲ روزگی اجرا شد. این مطالعه بصورت آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد. تعداد ۲۴۰ قطعه جوجه‌ی یک روزه سویه راس ۳۰۸ تهیه، توزین و به طور تصادفی در ۲۴ واحد آزمایشی (۴ تیمار و ۶ تکرار) توزیع شدند. آب و خوراک به‌صورت آزاد در اختیار جوجه‌ها قرار گرفت. در روز ۴۲ دوره‌ی پرورش ۳ جوجه از هر تیمار برای آنالیزلاشه انتخاب و ذبح گردیدند. تمامی پرندگان در روزهای ۱۶ و ۳۱ علیه عامل مولد بیماری نیوکاسل واکسینه شدند. در روز ۱۶ دوره پرورش، یک پرنده بطور تصادفی از هر تکرار انتخاب و از طریق سیاهرگ بال خونگیری شد و خونگیری در روزهای ۳۱ و۴۰ نیز تکرار گردید. نمونه‌های سرم جهت تخمین پارامترهای خونی استفاده شدند. در این آزمایش افزودن سولفات مس و اسانس رازیانه به جیره غذایی تاثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک نداشت اما تاثیر آن بر میانگین وزن بدن، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی در ۲۱ روزگی معنی‌دار بود($P<0.05$).افزودن سولفات مس به‌طور معنی‌داری سبب بهبود ضریب تبدیل غذایی در کل دوره نسبت به تیمار شاهد گردید. افزودن سولفات مس به جیره غذایی به‌طور معنی‌داری سبب افزایش وزن کبد و ماهیچه سینه و همچنین کاهش وزن قلب در مقایسه با گروه شاهد گردید($P<0.05$). اثر متقابل افزودن اسانس رازیانه و سولفات مس به جیره غذایی بر طول دورازده معنی‌دار بود و بالاترین طول مربوط به تیماری بود که از اسانس رازیانه استفاده کرده بود($P<0.05$). تاثیر استفاده از رازیانه و مس بر نسبت هتروفیل به لنفوسیت و هیچ یک از پارامترهای خونی معنی‌دار نبود. اثر متقابل افزودن اسانس رازیانه و سولفات مس به جیره غذایی برتیتر آنتی‌بادی علیه عامل مولد نیوکاسل در ۳۱ روزگی معنی‌دار بود، به‌طوریکه بالاترین تیتر مربوط به تیماری بود که از اسانس رازیانه در جیره غذایی استفاده کرده بود($P<0.05$). بر اساس نتایج این آزمایش می‌توان نتیجه‌گیری کرد که افزودن اسانس رازیانه و سولفات مس به جیره غذایی می‌تواند سبب بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی شود.

واژه‌های کلیدی: اسانس رازیانه، سولفات مس، عملکرد، فراسنجه‌های خونی، جوجه‌های گوشتی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول : مقدمه

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- اهداف تحقیق ۳

فصل دوم : بررسی منابع

۲-۱- مس ۶

۲-۱-۱- مس و متابولیسم عمومی آن ۶

۲-۱-۲- جذب، ذخیره و دفع مس ۶

۲-۱-۳- مس و توزیع آن در بافتها ۷

۲-۱-۴ - شکل و توزیع مس ۸

۲-۱-۵- احتیاجات مس ۹

۲-۱-۶- منابع مس و قابلیت فراهمی آنها ۹

۲-۱-۷- کمبود مس ۱۲

۲-۱-۸- اثرات متضاد و تداخلی مس ۱٤

۲-۱-۹- سمیت مس ۱۵

۲-۱-۱۰- اهمیت مس بر رشد، تغذیه و سایر فراسنجههای تولیدی ۱۸

۲-۱-۱۱- مس و متابولیسم چربیها ۲۰

۲-۱-۱۲- مس و سیستم ایمنی ۲۲

۲-۲- رازیانه ۲۳

۲-۲-۱- تاریخچه گیاهان دارویی ۲۳

۲-۲-۲- اثر گیاهان دارویی در حیوانات ۲٤

۲-۲-۳-کلیات گیاهشناسی رازیانه ۲۵

۲-۲-۴- مناطق تولید ۲۵

۲-۲-۵-تاریخچه ۲۵

۲-۲-۶- ترکیبات شیمیایی ۲٦

۲-۲-۷-کاربرد رازیانه ۲۶

فصل سوم : مواد و روش‌ها

۳-۱- کلیات ۳۰
۳-۲- محل انجام طرح ۳۰
۳-۳- آمادهسازی سالن ۳۰
۳-۴- جیره های غذایی و نحوه اجرای آزمایش ۳۱
۳-۵- طرح آماری و تجزیه و تحلیل دادهها ۳۲
۳-۶- صفات مورد بررسی ۳۳
۳-۶-۱- صفات مربوط به عملکرد جوجهها ۳۳
۳-۶-۲- صفات مربوط به سیستم ایمنی جوجهها ۳۵
۳-۶-۴- صفات مورد بررسی در تجزیه لاشه ۳۷

فصل چهارم : نتایج و بحث

۴-۱- صفات مربوط به عملکرد ۴۰
۴-۱-۱- مصرف خوراک ۴۰
۴-۱-۲- میانگین وزن نهایی ۴۱
۴-۱-۳- افزایش وزن روزانه ۴۴
۴-۱-۴- ضریب تبدیل غذایی ۴۵
۴-۱-۵- تاثیر سولفات مس و اسانس رازیانه بر صفات مربوط به تجزیه لاشه ۴۶
۴-۲- فراسنجه های خونی ۵۲
۴-۳- صفات مربوط به سیستم ایمنی ۵۴
۴-۳-۱- تیتر آنتی بادی علیه عامل مولد بیماری نیوکاسل (NDV) ۵۴
۴-۳-۲- اثر سولفات مس و اسانس رازیانه بر نسبت هتروفیلها به لنفوسیتها(H/L) ۵۶
۴-۴- نتیجه گیری کلی ۵۸
۴-۵- پیشنهادها برای پژوهش های آتی ۵۹

فهرست جداول

جدول ۲-۱برآورد نیازمندیهای مس بر اساس حداقل سطح مواد رقابتی موجود در جیره طیور.....۹
جدول ۳-۱ مقادیر سولفات مس واسانس رازیانه اضافه شده به جیره (میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره) ۳۱
جدول ۳-۲- ترکیب جیره‌های آزمایشی مورد استفاده در دوره‌ی پرورشی..... ۳۲
جدول۴-۱ تاثیر استفاده از سولفات مس پنتاهیدرات (صفر و ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم)..... ۴۱
جدول۴-۲ تاثیر استفاده از سولفات مس پنتاهیدرات (صفر و ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم)..... ۴۳
جدول۴-۳ تاثیر استفاده از سولفات مس پنتاهیدرات (صفر و ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم)..... ۴۴
جدول۴-۴ تاثیر استفاده از سولفات مس پنتاهیدرات (صفر و ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم)..... ۴۶
جدول۴-۵ تاثیر استفاده از سولفات مس پنتاهیدرات (صفر و ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم)..... ۴۸
جدول۴-۶ تاثیر استفاده از سولفات مس پنتاهیدرات (صفر و ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم)..... ۵۰
جدول۴-۷ تاثیر استفاده از سولفات مس پنتاهیدرات (صفر و ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم)..... ۵۱
جدول۴-۸ اثرمتقابل استفاده از سولفات مس پنتاهیدرات و اسانس رازیانه در جیره خوراکی..... ۵۲
جدول ۴-۹ مقایسه میانگین اثرات اصلی گروه‌های آزمایشی بر غلظت گلوکز، ۵۳
جدول ۴-۱۰ تاثیر گروه‌های آزمایشی بر غلظت تری‌گلیسرید، کلسترول کل..... ۵۴
جدول ۴-۱۱ تاثیر استفاده از سولفات مس پنتاهیدرات (صفر و ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم)..... ۵۵
جدول۴-۱۲ اثرمتقابل استفاده از سولفات مس پنتاهیدرات و اسانس رازیانه در جیره خوراکی..... ۵۶
جدول ۴-۱۳ تاثیر استفاده از سولفات مس پنتاهیدرات (صفر و ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم)..... ۵۷

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

آنتی‌بیوتیک‌ها بیش از پنجاه سال پیش برای افزایش عملکرد رشد و جلوگیری از بروز بیماری ها، در خوراک حیوانات استفاده می‌شدند، ولی پس از آن گزارش شد که استفاده از آنتی بیوتیک‌ها به عنوان محرک رشد در جیره جوجه‌ها سبب بروز برخی عوامل ناخواسته می شود(باتسوگلو و فلتوریس، ۲۰۰۱؛ مادرید و همکاران، ۲۰۰۳؛ موسر و همکاران، ۲۰۰۳). در شیوه‌های مدرن خوراک‌دهی، هدف استفاده از مواد افزودنی در جیره‌ی غذایی طیور، فقط افزایش رشد و بازدهی تولیدات طیور نمی‌باشد، بلکه به سلامتی تولیدات طیور و به تبع آن به سلامت مصرف‌کننده نیز توجه می‌گردد. به همین خاطر چند سال است که در کشورهای اروپایی مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها در پرورش طیور ممنوع شده و در کشورهای دیگر مصرف آنها محدود گردیده است(کامل، ۲۰۰۱). صنعت پرورش طیور، برای افزایش مقاومت طیور در برابر بیماری‌ها و تولید محصولات سالم به دنبال راهکار مناسب دیگری غیر از استفاده از آنتی بیوتیک‌ها می باشد(عبدوکالیکوا و روئیز فرا، ۲۰۰۹). هم راستا با تلاش‌های روز افزون برای حذف آنتی‌بیوتیک‌ها از چرخه‌ی تغذیه‌ی دام و طیور، فعالیت‌های موازی برای یافتن جایگزین مناسب برای این مواد در جریان است. در نتیجه‌ی این تلاش‌ها ترکیبات تجاری مختلفی برای جایگزینی با آنتی‌بیوتیک‌ها به بازار عرضه شده است. این ترکیبات عمدتاً با عناوینی همچون مواد محرک رشد شناخته شده و شامل پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها، سین بیوتیک‌ها، اسیدهای آلی و گیاهان دارویی می باشند(دورمان و دینز، ۲۰۰۰).

اجزای شیمیایی تشکیل‌دهنده بسیاری از اسانس‌های گیاهی به دلیل بی‌خطر بودن به رسمیت شناخته شده و معمولا در صنایع غذایی استفاده می‌شوند(وارل، ۲۰۰۲). طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی، امروزه بیش از ۸۰ درصد مردم جهان (نزدیک به ۵ میلیارد نفر) برای درمان بیماری‌ها هنوز از داروهای گیاهی استفاده می‌کنند. تقریباً یک چهارم داروهای تهیه شده‌ی دنیا دارای منشأ گیاهی هستند که یا مستقیماً از گیاهان عصاره‌گیری شده‌اند و یا براساس ترکیب گیاهی، ساخته شده‌اند (ابراهیم پور و عیدی زاده، ۱۳۸۸). گیاهان حاوی اسانس‌های آروماتیک دارای اثرات ضدمیکروبی هستند و در فعالیت های زیستی مانند فعالیت آنتی اکسیدانی نقش دارند (والرو و سالمون، ۲۰۰۳؛ میورا و همکاران، ۲۰۰۲). همچنین دارای اثرات محرک روی سیستم گوارش حیوانات هستند. این ادعا به‌دلیل اثر اسانس‌های گیاهی بر افزایش تولید آنزیم های گوارشی و بهبود استفاده از تولیدات گوارشی از طریق بالا بردن عملکرد کبدی است(دورمان و دنیز، ۲۰۰۰؛ لانگوت، ۲۰۰۰؛ وارل، ۲۰۰۲؛ ویلیامز و لوسا، ۲۰۰۱). اسانس های گیاهی می توانند به‌عنوان یک محرک رشد تلقی

شوند(نصیرالاسلامی و ترکی، ۲۰۱۰). یکی از این گیاهان رازیانه نام دارد. رازیانه سبب تحریک جریان شیره معدی و روده‌ای می شود(ال دیک و همکاران، ۲۰۰۳). همچنین آنتول (جزء فعال در دانه رازیانه) بر میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا در سیستم گوارش اثر گذاشته و سبب افزایش وزن زنده و بهبود ضریب تبدیل غذایی می‌شود(ال دیک و همکاران، ۲۰۰۳). فیتواسترول‌های موجود در رازیانه می‌توانند در جذب کلسترول اختلال ایجاد کنند و میزان کلسترول خون (LDL) را کاهش دهند(میرسید و همکاران، ۱۳۸۷). فعالیت آنتی اکسیدانی و آنتی میکروبی رازیانه گزارش شده است(روبرتو و همکاران، ۲۰۰۰). عصاره متانولی بذر رازیانه ممکن است خواص تقویت کنندگی سیستم ایمنی را داشته باشد(بلومنتال و همکاران، ۲۰۰۰). تغییر الگوی مصرف و افزایش استفاده از منابع حیوانی جهت تأمین احتیاجات غذایی مشکلات بهداشتی و سلامتی از جمله بیماری‌های قلبی و عروقی مثل تصلب شرائین را در جوامع در حال توسعه و توسعه یافته بوجود آورده است. از طرفی مصرف چربی در کشورهای با میزان وقوع بالای بیماری‌های تصلب شرائین در بر گیرنده ۴۰ درصد از کل انرژی مصرفی می‌باشد(واکر، ۱۹۹۰). پژوهشگران بسیاری نشان داده‌اند که بین بیماری‌های تصلب شرائین و افزایش چربی‌های سرم خون در انسان ارتباط وجود دارد و از بین انواع چربی های سرم، کلسترول بیش از همه مورد توجه قرار گرفته است(گور و هاروود،۱۹۹۱؛ تیتز، ۱۹۸۲؛ تولونن، ۱۹۹۰). راهنمای برنامه ملی کلسترول (NCEP) محدودیت غذایی چربی ها و کلسترول راجهت کم کردن میزان کلسترول در بدن توصیه می‌نمایند(مک داول، ۱۹۹۲). امروزه مصرف کنندگان مواد غذایی توجه خود را در ارتباط با چربی و کلسترول رژیم غذایی افزایش داده اند. صنعت مرغ و گوشت نیز با توجه به فشار بازار تأکید زیادی را بر کاهش کلسترول و چربی فرآورده های تولیدی اعمال می کنند. تحقیقات گذشته نشان داده‌اند که عوامل تولیدی خاصی مانند ژنتیک و جیره می توانند ترکیب گوشت طیور را تحت تأثیر قرار دهند. نشان داده شده است که استفاده از سطوح بسیار بالای مس باعث تغییر متابولیسم چربی در جوجه های گوشتی گردیده است(باکالی و پستی، ۱۹۹۵). با توجه به پیشرفت های ژنتیکی که در سویه های گوشتی بوجود آمده است، ظرفیت تولید افزایش یافته و لزوم پرورش جوجه‌ها به صورت هرچه متراکم‌تر را به همراه داشته است. این عوامل باعث افزایش نیاز این سویه‌ها چه از لحاظ جیره غذایی وچه از لحاظ بهبود شرایط محیطی شده است. سرعت رشد بالا و سوخت و ساز شدید منجر به ضعف توان سیستم ایمنی جوجه‌ها شده است. از طرفی احتمال ایجاد آلودگی های شدید و امراض خسارت بار در چنین شرایط بسته و فشرده‌ای بیشتر شده است(آریستراپ، ۱۹۹۹). باتوجه به ممنوعیت استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها احتمالا تغذیه مقادیر بیش از حد عنصر مس به دلیل داشتن خواص ضد میکروبی می‌تواند با افزایش عملکرد و بهبود بازده غذایی همراه شود، بعلاوه با ایجاد سویه‌های مقاوم باکتریایی نیز توأم نخواهد شد(باربر و همکاران، ۱۹۹۵؛ جانکینز و همکاران، ۱۹۷۰؛ مایلز و همکاران، ۱۹۹۸؛ ونگ و همکاران، ۱۹۸۷).

۱-۲- اهداف تحقیق

بررسی تاثیر استفاده از جیره‌های غذایی حاوی اسانس رازیانه و سولفات مس پنتاهیدرات بر عملکرد (وزن بدن، مصرف خوراک، ضریب تبدیل غذایی و .....) و برخی فراسنجه‌های خونی(تری‌گلیسرید، کلسترول، اسیداوریک، آلبومین، گلوکز، HDL ، LDL) در جوجه‌های گوشتی

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- مس

۲-۱-۱- مس و متابولیسم عمومی آن

مس می‌تواند در دو حالت اکسید وجود داشته باشد و از اینرو واکنش‌پذیری آن با یون‌ها و ترکیبات دیگر اجتناب ناپذیر است. مهمترین عملکرد مس، ایفای نقش بعنوان کوفاکتور در سیستم‌های آنزیمی سیتوکروم اکسیداز، لایزیل اکسیداز، سوپراکساید دیسموتاز و سرولوپلاسمین می‌باشد(لیم و پایک، ۲۰۰۶). مس جزئی از ساختمان پروتئین‌های خون نظیر اریتروکوپرین در گلبول‌های قرمز است که این ترکیب در سوخت و ساز اکسیژن دخالت دارد. مس در اکثر سلول‌های بدن وجود داشته و بویژه در بخش‌هایی نظیر کبد و همچنین صفرا بعنوان مسیر اصلی دفع مس، تجمع می‌یابد. این عنصر همچنین در برخی سیستم‌های آنزیمی از قبیل سیتوکروم اکسیداز که در فسفریلاسیون اکسیداتیو مهم است، نقش دارد. مس همچنین در رنگیزه‌های خاصی که می تواند رنگ پر را تحت تأثیر قرار دهد ایفای نقش می کند(لیسون، ۲۰۰۹).

۲-۱-۲- جذب، ذخیره و دفع مس

جذب مس عمدتاً در دئودنوم، معده و ظاهراً از طریق انتقال غیر فعال صورت می‌گیرد(اسکات، ۱۹۸۶). گمان می‌رودکه به هنگام تغذیه سطوح پائین مس، فرآیند جذب مس بصورت فعال و با واسطه یک حامل صورت گیرد اما هنگامی که غلظت‌های بالای مس تغذیه شود، جذب به صورت غیر فعال (انتشار) نیز انجام می‌شود(بیکر و همکاران، ۱۹۶۱). جذب و استفاده از مس در حیوانات به طور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر چند ماده معدنی و ترکیبات غذایی دیگر قرار می گیرد(آندروود، ۱۹۷۱). چنین بیان شده که مس به صورت کیلاتی با استفاده از اتصالات خاص و یا اتصالاتی که در مقادیر محدود وجود دارد جذب می گردد. به نظر می‌رسد که این مواد اتصالی، پروتئین‌هایی با وزن مولکولی پایین می‌باشند که جهت انتقال مس (یا روی) به داخل سلول‌های غشایی مورد نیاز می‌باشند(اسکات، ۱۹۸۶). متالوتایونین دارای وزن مولکولی مناسب بوده و با مس، روی و کادمیوم اتصال می‌یابد، در خصوص اینکه آیا ناقل واقعی مس و روی باشد اطلاعات زیادی موجود نیست. خون طبیعی دارای ۳۰mg متالوپروتئین متصله به پروتئینی به رنگ آبی می‌باشد

که سرولوپلاسمین نامیده می‌شود که احتمالا دارای ۰/۳درصد مس یعنی حدود ۹۰ درصد از مس کل پلاسما می‌باشد. در طی مراحل جذب مس سریعاً به آلبومین متصل و به کبد رفته و جهت ایجاد سرولوپلاسمین، اتصال می‌یابد. با وجود اینکه مقداری از سرولوپلاسمین در کبد باقی می ماند، قسمتی از آن در خون گردش پیدا می‌کند و بعنوان یک مخزن مس برای تمامی اندام‌ها و بافت‌ها عمل می‌کند(اسکات، ۱۹۸۶). بازجذب مؤثر مس در بیشتر حیوانات از طریق کلیه اتفاق می افتد(دیویدسون و همکاران، ۱۹۷۴) اما بازجذب از طریق صفرا ناچیز است(آویاگی و بیکر، ۱۹۹۵b) و بنابراین هنگامی که میزان مس در خوراک بیش از حد نیاز بوده و ذخیره سازی آن در کبد به بیشترین مقدار می رسد، مسیر دوم (صفرا) مهمترین مسیر برای دفع مس می باشد(لیسون، ۲۰۰۹).

۲-۱-۳- مس و توزیع آن در بافت‌ها

با توجه به آزمایشات انجام شده جهت تعیین سوخت و ساز مس، مشخص شد که کبد عضو کلیدی در حفظ تعادل مس می‌باشد. مس جذب شده به سرعت توسط کبد سوخت و ساز شده و مقدار اضافی آن از طریق صفرا دفع می‌گردد. تجمع مس در کبد زمانی اتفاق می‌افتد که میزان آن از ظرفیت دفع صفراوی تجاوز نماید(لیچ و همکاران، ۱۹۹۰). غلظت مس کبد بعنوان شاخصی از وضعیت مس حیوانات زمانی می تواند دقیقاً مورد استفاده قرار گیرد که میزان مس خوراک خیلی پائین و یا در حد مسموم کننده باشد(مرتز، ۱۹۸۶). در حیوانات جوان قسمت عمده‌ای از مس کبدی در سیتوزول به صورت متصل به آنزیم سوپراکساید دیسموتاز و پروتئین‌های با وزن مولکولی پائین همانند متالوتایونین می باشد(مرتز، ۱۹۸۶). ابقاء مس در کبد تحت تأثیر میزان روی، کادمیوم، کربنات کلسیم، آهن و مولیبدن موجود در جیره قرار گرفته و همبستگی معکوس معنی‌داری بین آهن کبدی و غلظت مس در موش‌های صحرایی دیده شده است، بطوریکه موش هایی که جیره کم آهن مصرف کردند، دارای سطوح بالای مس در کبد در ۸-۷ هفتگی بودند(مرتز، ۱۹۸۶؛ آندروود، ۱۹۷۱).

۲-۱-۳-۱- مس کبد

توزیع مس کل بدن با توجه به گونه، سن، وضعیت مس حیوان و سلامتی آن متفاوت می‌باشد و بافت‌های بدن نیز بسته به نوع بافت دارای غلظت‌های بالا(کبد، مغز، کلیه و ...)، متوسط (لوزالمعده، پوست و ...) و پایین(هیپوفیز، تیروئید و ...) می‌باشند(مرتز، ۱۹۸۶). طی مطالعات بر توزیع مس در بدن پنج انسان طبیعی

نشان داده شد که از مجموع ۲۳ میلی گرم مس موجود در کبد، قلب، کلیه‌ها، طحال و مغز، ۸ میلی‌گرم آن در کبد و ۸ میلی گرم آن در مغز یافت می‌شود(اسکات، ۱۹۸۶). در میان بافت‌های بدن، کبد، خون، طحال، شش‌ها و مغز استخوان به طور ویژه‌ای به اختلافات مصرف غذایی مس واکنش نشان می‌دهند در حالی که غدد داخلی، عضلات و قلب کمتر تحت تأثیر قرار می‌گیرند(لیچ و همکاران، ۱۹۹۰؛ مرتز، ۱۹۸۶؛ استال و همکاران، ۱۹۸۹).

۲-۱-۳-۲- مس در خون

بررسی‌های انجام گرفته در رابطه با میزان مس در خون انسان‌ها و حیوانات بیانگر این می‌باشد که در حدود ۹۰ تا ۹۳ درصد مس موجود در پلاسما (یا سرم) به صورت متصل به سرولوپلاسمین است. در خون پستانداران سالم تقریباً حدود نیمی از مس در گلبول‌های قرمز و مقادیر خیلی کمتری در گلبولهای سفید و پلاکت‌ها قرار دارد. در گلبول‌های قرمز، مس به صورت اتصالات محکم سوپراکساید دیسموتاز وجود دارد. با توجه به اینکه سهم بالایی از مس پلاسما بصورت سرولوپلاسمین است، همبستگی بالایی بین سطوح سرولوپلاسمین و مس خون وجود دارد. در مرغ و بوقلمون نسبت خیلی کمتری از مس پلاسما بصورت سرولوپلاسمین وجود دارد(مرتز، ۱۹۸۶). محدوده طبیعی مس در خون حیوانات سالم µg/ml ۵/۱ – ۰/۵بوده که بخش بالایی از آن در حد فاصل µg/ml ۲/۱ – ۰/۸ می‌باشد. محدوده طبیعی مس خون در پستانداران دو برابر میزان مس در خون طیور، ماهی، قورباغه و ... می باشد(مرتز، ۱۹۸۶). وقتی عناصری همچون روی، کادمیوم و آهن که جذب مس را کاهش می‌دهند در غلظت‌های بالا مصرف شوند، غلظت مس پلاسما را کاهش می دهند(مک دوول، ۱۹۹۲؛ مرتز، ۱۹۸۶؛ آندروود، ۱۹۷۱).

۲-۱-۴- شکل و توزیع مس

مس موجود در پلاسمای خون به دو صورت اصلی وجود دارد:

الف- با اتصالات محکم ب- با اتصالات ضعیف

در مورد مس با اتصالات محکم، مس آبی رنگ سرولوپلاسمین با یک α2-گلوبولین با وزن مولکولی ۱۵۱۰۰۰ بوده که حاوی ۸ اتم مس می‌باشد. در انسان، خوک، سگ، گوسفند و موش‌های صحرایی در حدود ۸۰ درصد از مس پلاسما به صورت سرولوپلاسمین وجود دارد و همبستگی بالایی بین سرولوپلاسمین و مس پلاسما، سرم و خود خون وجود دارد. مس پلاسمایی که به صورت سرولوپلاسمین وجود ندارد، مس با ایجاد واکنش مستقیم خوانده می‌شود که با اتصالات ضعیفی به پروتئین (احتمالاً آلبومین سرم) متصل شده است و ترکیب واقعی در انتقال مس می‌باشد. بعلاوه در پلاسما آنزیم‌های حاوی مس شامل سیتوکروم

اکسیداز و مونوآمین اکسیداز در غلظت‌های متفاوتی (بسته به وضعیت مس حیوان) وجود دارد (آندرووود، ۱۹۷۱).

۲-۱-۵- احتیاجات مس

در میان اجزاء غذایی تشکیل دهنده جیره، محلول‌های تقطیری ذرت، متراکم‌ترین منبع مس (۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) می‌باشد. احتیاجات مس برای جوجه‌های گوشتی ۸-۶ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد(۱۹۹۴، NRC). براساس گزارش بائو و همکاران (۲۰۰۷) پیشنهاد شد که ۴ میلی گرم در کیلوگرم مس خوراکی برای پرندگان کافی است. در چنین مطالعاتی توجه به این نکته که همه مواد معدنی در سطوح پائین موجود بوده و بنابراین اثرات متضاد وجود نداشته باشد، ضروری است. در صورتی‌که تغذیه سطوح پائین مس همراه سطوح معمول مواد معدنی دیگر بویژه روی باشد کمبود مس رخ می‌دهد(لیسون، ۲۰۰۹).

جدول ۲-۱برآورد نیازمندی‌های مس بر اساس حداقل سطح مواد رقابتی موجود در جیره طیور توسط NRC (۱۹۹۴)

گونه	احتیاجات(میلی‌گرم در کیلوگرم)
لگهورن (۶- ۰ هفته)	۵
لگهورن (۲۰- ۶ هفته)	۴
لگهورن تخمگذار	۴
مادر تخمگذار	۸
گوشتی	۸
بلدرچین	۶
بوقلمون	۸ – ۶

۲-۱-۶- منابع مس و قابلیت فراهمی آن‌ها

جیره آغازین در جوجه‌های گوشتی نیازمندی‌های مس را با توجه به مقادیر توصیه شده در NRC (۱۹۹۴) تا ٪۱۵۰ تأمین می‌کند. میزان فراهمی مس در یک منبع خوراکی می‌تواند کاملاً متغیر باشد. چنین تغییراتی می‌تواند ناشی از شرایط مختلف کشاورزی در مورد غلات و پروتئین‌های گیاهی، وضعیت تغذیه‌ای پیشین و

شرایط مختلف فرآوری پروتئین‌های حیوانی باشد. همچنین قابلیت زیست فراهمی هر ماده مغذی، بوسیله پارامترهای مورد استفاده در تخمین آن، تحت تأثیر قرار می‌گیرد. این تخمین‌ها در مورد مس بر اساس شاخص‌های تجمع کبدی و صفراوی مس تحت تأثیرقرارمی‌گیرد(لیسون، ۲۰۰۹).

بر اساس گزارش اویانگ و همکاران(۱۹۸۳) قابلیت زیست فراهمی مس در گندم، ذرت و جو حدود ٪۸۰ است. آیاوگی و بیکر(۱۹۹۳) با استفاده از شاخص تجمع صفراوی مس نشان دادند که قابلیت فراهمی مس در پروتئین‌های سبزیجات بسیار پائین است. قابلیت زیست فراهمی مس در کنجاله سویا، کنجاله بادام زمینی و کنجاله بذر کتان ٪۴۰ و در کنجاله گلوتن ذرت ٪۵۰ می باشد. این مقادیر پائین ممکن است به علت پیوندهای مس با فیتات باشد.

در مطالعه ای دیگر نیز آیاوگی و بیکر(a ۱۹۹۵) نشان دادند که مس موجود در کنجاله سویا تنها ٪۴۰ فراهمی مس در سولفات مس را دارا می‌باشد و افزودن فیتاز به جیره‌های آزمایشی به جای افزایش فراهمی مس، آن را کاهش داد. این دانشمندان اثر منفی فیتاز بر جذب مس را به آزاد سازی همزمان روی نسبت می-دهند که مانع جذب مس می‌شود. چنین به نظر می رسدکه قابلیت زیست فراهمی مس در پروتئین‌های حیوانی بسیار متغیر است. به خوبی مشخص شده که مس موجود در کبد خوک به طور کامل برای پرندگان غیر قابل دسترس بوده و گزارشاتی مبنی بر کمبود مس در گربه هایی که از کبد خوک بعنوان تنها منبع مس تغذیه کرده بودند، وجود دارد(لیسون، ۲۰۰۹). آیاوگی و همکاران(۱۹۹۵) دریافتند که تخریب ساختار پروتئینی کبد خوک باعث افزایش قابلیت فراهمی مس موجود در آن می‌شود که این مقادیر بعد از اتوکلاو کردن، هیدرولیز با اسید و هضم با پروتئاز به ترتیب برابر با ۳۲، ۴۶ و ۶۳ درصد بود. قابلیت زیست فراهمی مس پروتئین‌های حیوانی در پودر پر صفر و در پودر گوشت و استخوان تهیه شده از نشخوارکنندگان ۴ درصد برآورد شده و قابلیت دسترسی مس موجود در پودر گوشت(تهیه شده از خوک) و ضایعات پرندگان به ترتیب ۵۰ و ۴۰درصد بود (آیاوگی و همکاران، ۱۹۹۵). اطلاعات زیادی در مورد قابلیت زیست فراهمی منابع معدنی و اخیراً تعداد زیادی در موردمنابع آلی مس (معمولاً برای اندازه گیری پارامترهای مورد نظر از مقایسه با سولفات مس بعنوان استاندارد استفاده می‌شود) بدست آمده است.

مک ناکتوم و همکاران(۱۹۷۴) نشان دادند که قابلیت دسترسی اکسید مس و یدید مس برای جوجه خروس‌ها در مقایسه با سولفات مس بعنوان استاندارد ۶۰ درصد می‌باشد. در آزمایشی که با منابع مس در مقادیر یکسان انجام شده بود، سیترات مس افزایش وزن بیشتری در مقایسه با اکسی کلراید مس یا سولفات پنتاهیدرات مس ایجاد کرد(اسمیت و همکاران، ۱۹۷۵). آلومینوسیلیکات‌ها که اغلب بعنوان جاذب مایکوتوکسین‌ها استفاده می‌شوند، در بعضی مواقع می‌توانند محتوی مقادیر بالایی از مس باشند(لیسون،

۲۰۰۹). بر اساس مطالعه اکسیا و همکاران(۲۰۰۴) قابلیت دسترسی مس در آلومینوسیلیکات‌ها ۲/۵ درصد بوده و علاوه بر تحریک رشد، اثرات مثبتی بر ساختار بافت پوششی روده دارند.

امروزه تری بازیک کاپرکلراید (TBCC) به فرم تجاری موجود بوده و بعنوان رقیبی برای سولفات مس بویژه در جوجه‌های گوشتی و مرغ‌های تخمگذار محسوب می‌شود. با اینکه قابلیت انحلال سولفات مس درآب نزدیک به ٪۹۹ می‌باشد اما TBCC در pH خنثی غیر قابل انحلال بوده و میزان حلالیت آن در شرایط اسیدی تا ٪۸۰ افزایش می‌یابد(پنگ و اپلیگیت، ۲۰۰۷). لیو و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که در تغذیه سطوح بالاتر از ۳۹۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مس، زیست فراهمی TBCC در مقایسه با سولفات مس (بعنوان استاندارد) وقتی که وزن تخم‌مرغ بعنوان معیار در نظر گرفته شد، ۱۳۴ درصد بود. مایلز و همکاران(۱۹۸۸) نشان دادند زیست فراهمی TBCC در مقایسه با سولفات، ۱۰۶ درصد می‌باشد و در مطالعه‌ای دیگر بر اساس تجمع کبدی مس، TBCC، ۱۰۹ درصد مؤثرتر از سولفات بود.

در تعیین زیست فراهمی منابع مختلف مس، منابع استات و سولفات به طور کامل قابل دسترس پیش بینی شده‌اند (۹۸/۵ در مقابل ۹۸/۳ درصد). منبع اکسید مس به میزان کمتر قابل دسترس بود(۱۸/۱درصد) و منبع کربنات حالت بینابینی(٪۷۳/۶) داشت(باکالی، ۱۹۹۵). براساس گزارش ولینگ کام و هیل(۱۹۷۰) اکسید مس نسبت به سولفات مس کمتر قابل دسترس است. مک ناکتوم و همکاران(۱۹۷۴) محتوای هموگلوبین، هماتوکریت، مس کبد، وزن جوجه‌ها و مرگ و میر را بعنوان ملاک پاسخ مورد ارزیابی قرار دادند و دریافتند که اکسید وسولفات مس به میزان ۶۰ درصد قابل دسترس‌اند و قابلیت دسترسی نسبی Cu_2O از CuO بیشتر است. طبق گزارش جکسون و استونسون(۱۹۸۱) میزان مس کبد مرغ‌های تخمگذار بومی تغذیه شده با سطوح بیش از ۷۵۰میلی‌گرم بر کیلوگرم مس به فرم اکسید مس تغییری پیدا نکرد. در مقابل، سطوح مشابه مس از منبع سولفات، باعث افزایش خطی میزان مس کبد شد. در آزمایشات دیگر، سطوح پلاسمایی و کبدی مس در پرندگان تغذیه شده با سیترات مس در مقایسه با پرندگان تغذیه شده با منابع دیگر مس مشابه بود که پیشنهاد می‌کند احتمالاً کنترل های هموستاتیک باعث کاهش جذب مس یا کاهش انتقال و ذخیره سازی آن در بافت های دیگر می شوند(اسمیت و رایت، ۱۹۷۵).

مطالعات اخیر کم و بیش به مس آلی معطوف شده که اغلب به صورت کیلات با آمینواسیدها و پروتئین ها وجود دارند. نشان داده شده است که این کیلات‌ها بصورت ترجیحی جذب ومتابولیزه شده و بدین ترتیب فرصت کمتری برای اثرات متضاد بین مس با دیگر مواد معدنی و مواد دیگر فراهم می‌شود(لیسون و سامرز، ۲۰۰۵). گائو و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که میزان قابلیت بهره‌وری برخی از منابع آلی مس، در مقایسه با سولفات مس بین ۱۰۵ تا ۱۲۴ درصد متغیر بود. بیکر و همکاران(۱۹۹۱) زیست فراهمی مس را در ترکیب مس- لایزین در مقایسه با سولفات مس هنگامی که جیره پایه حاوی سطوح بالایی از مس بود، ۱۱۵درصد بیان کردند. مایلز و همکاران(۲۰۰۳) دریافتند که بازده یک کیلات آمینواسیدی به طور

نامحسوسی از سولفات مس کمتر است. گائو و همکاران(۲۰۰۱) در تلاش برای پیش بینی زیست فراهمی مس از روی خصوصیات فیزیکی از قبیل حلالیت، کمپلکس‌های متعددی را مورد بررسی قرار دادند. میزان آزاد سازی مس از یک کیلات آمینواسیدی و سه ترکیب متفاوت مس - پروتئین در حلال‌های متفاوت، ۳۰ تا ۶۰ درصد بود که دلالت بر ناپایداری کیلات داشت. به نظر می رسد که تنها مس - لایزین تحت شرایط آزمایش پایدار باشد. مقدار pH دستگاه گوارش یک فاکتور ضروری در تعیین قابلیت انحلال مس و دیگر عناصر می‌باشد و میزان جذب مواد مغذی بوسیله قابلیت انحلال این ترکیبات در روده کوچک تحت تأثیر قرار می‌گیرد، زیرا ترکیبات نامحلول در محیط روده، توسط پرندگان قابل دسترس نیستند(میازاکی و یومه مورا، ۱۹۸۷). گائو و همکاران(۲۰۰۱) بیان داشتندکه با توجه به اینکه در یک کیلات قابلیت زیست فراهمی و تمامیت ساختاری (پایداری) همبسته نیستند، بهترین شاخص فراهمی مس برای جوجه‌ها قابلیت انحلال ترکیب مورد نظر در pH = ۲ می‌باشد و تنها مس- لایزین و مس-آمینواسید(نه مس - پروتئین) در مقایسه با سولفات مس بسیار مؤثرتر بودند. با توجه به اهمیت کاهش دفع مواد معدنی از طریق فضولات، سطوح بسیار پائین مواد معدنی از یک منبع آلی برای پرندگان کافی است. نالت وهمکاران(۲۰۰۷) نشان دادند که عملکرد پرندگان تغذیه شده با سطوح خیلی پائین مواد معدنی به فرم پروتئینات مشابه پرندگان تغذیه شده با نمک‌های معدنی با مقادیر مرسوم بود.

۲-۱-۷- کمبود مس

کمبود مس معمولاً خود را به صورت کم‌خونی که نشان دهنده نقش مس در سوخت وساز آهن است، آشکار می‌کند. آهن به صورت Fe^{2+} جذب شده و معمولاً به صورت Fe^{3+} انتقال می‌یابد که این تبدیل نیازمند آنزیم فرواکسیداز بوده و این آنزیم حاوی مس می‌باشد. مس همچنین برای تشکیل طبیعی استخوان و بویژه غضروف ضروری می‌باشد(لیسون، ۲۰۰۹). کمبود مس باعث ایجاد علائم متغیر در گونه‌های مختلف حیوانی می‌شود و در گونه های مشابه، وضعیت‌های متفاوتی قابل مشاهده می‌باشد. چنین پاسخ‌های متغیری به دلیل اثر متمایز مس بر سیستم‌های متکی به مس بعنوان کوفاکتور می‌باشد. این سیستم‌های آنزیمی شامل سیتوکروم اکسیداز که در انتقال الکترون نقش دارد، مونوآمینواکسیداز که در تشکیل غضروف نقش داشته و سیستم‌های آنزیمی که در دآمیناسیون نوراپی نفرین و فعالیت سروتونین نقش دارند، می‌باشد ؛ که به صورت آشکار باعث ایجاد پاسخ‌های متغیری در حیوانات می‌شود(لیسون، ۲۰۰۹). کم خونی علامت معمول کمبود مس در حیوانات می باشد و کمبود این عنصر باعث ایجاد علائم دیگری چون کاهش رشد، اختلالات استخوانی، بیرنگ شدن(کاهش رنگدانه) مو، پشم و پر، از بین رفتن نخاع، فیبروز میوکاردیوم و اختلالات گوارشی (اسهال) نیز می شود(لیسون، ۲۰۰۹). تغذیه جوجه‌های جوان با جیره کم مس پس از ۴-۲ هفته باعث لنگش پرنده‌ها شد(لیسون، ۲۰۰۹). در این بیماری استخوان‌ها ترد شده و به آسانی می‌شکند، غضروف