

اثر افزودنی‌های بستر جوجه‌های گوشتی بر خصوصیات شیمیایی و فیزیکی آن

جواد پوررضا^۱، محمد علی ادریس^۱، حشمت اله خسروی‌نیا^۲ و علی آقایی^۳

چکیده

در قالب طرح کاملاً تصادفی، اثر شش ماده افزودنی مختلف به بستر شامل آهک، اسید کلریدریک، زئولیت، زاج سفید، پادآمونیاک و اسیدهای چرب بر میزان ازت، pH ، درجه حرارت رطوبت و بار میکروبی بستر جوجه‌های گوشتی مورد بررسی قرار گرفت. هر یک از مواد مذکور به میزان یک کیلوگرم در متر مربع به کار برده شد. تعداد ۶۱۶ قطعه جوجه‌گوشتی (نر و ماده) به ۲۸ گروه ۲۲ قطعه‌ای تقسیم شدند و هر چهار گروه به یکی از هفت تیمارهای آزمایشی از یک‌روزگی تا ۵۶ روزگی اختصاص یافتند. همه تیمارها با جیره یکسان تغذیه و در طول دوره آزمایش معیارهای فوق‌الذکر اندازه‌گیری شدند. رطوبت بستر تحت تأثیر معنی‌دار تیمارها واقع نشد. pH بستر تحت تأثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی قرار گرفت ($p < 0/05$) به طوری که در سن ۲۱ روزگی کمترین pH مربوط به زاج سفید و بیشترین مربوط به آهک بود. روند تغییر pH در پایان دوره به نحوی بود که pH همه تیمارها تقریباً یکسان بود و اختلاف معنی‌داری بین آنها مشاهده نشد. درجه حرارت بستر تحت تأثیر معنی‌دار تیمارها قرار نگرفت. اختلاف بین تیمارها از لحاظ ازت بستر و بار میکروبی معنی‌دار بود. هم‌بستگی بین pH و ازت بستر معنی‌دار و منفی بود ($r = -0/95$). اثر تیمارها بر فسفر محلول معنی‌دار بود و بسترهای حاوی زاج سفید و پاد آمونیاک به طور معنی‌داری فسفر محلول کمتری داشتند. هم‌بستگی بین فسفر محلول و pH مثبت و برابر $r = 0/48$ بود. نتایج نشان داد که استفاده از برخی مواد افزودنی بستر می‌تواند در کاهش pH ، فسفر محلول و افزایش ازت بستر مؤثر باشند و این تأثیر با افزایش زمان احتمالاً به دلیل مصرف‌شدن مواد مؤثره این گونه افزودنی‌ها کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: ازت بستر، pH بستر، آمونیاک، فسفر محلول، جوجه‌گوشتی

مقدمه

پرنده‌ها به طور پیوسته و دائم با بستر ارتباط دارند و وضعیت کیفیت جوجه، غذا و آب برای پرورش دهندگان جوجه‌های گوشتی به ندرت به اندازه کافی مورد توجه قرار می‌گیرد، زیرا بستر می‌تواند به طور کاملاً معنی‌داری عملکرد طیور را تحت تأثیر قرار دهد (۱۶). گاز آمونیاک در سالن‌های طیور از تجزیه اسید

۱. به ترتیب استاد و استاد علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. مربی علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

۳. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

اوریک به وسیله میکروارگانیسم‌های موجود در بستر ایجاد می‌شود (۱۵). در عمل طیور در معرض ۵۰ قسمت در میلیون آمونیاک قرار دارند و در حالت تهویه ناقص، غلظت آمونیاک سالن ممکن است به بیش از ۲۰۰ قسمت در میلیون برسد (۶). پژوهش در مورد آثار آمونیاک در طیور نشان داد که آمونیاک باعث کاهش میزان رشد جوجه، کاهش بازده غذایی، کاهش تولید تخم‌مرغ، آسیب به دستگاه تنفسی (۷، ۱۱) افزایش حساسیت به بیماری نیوکاسل، افزایش وقوع التهاب کیسه‌های هوایی (Airsacculitis) (۱۸)، افزایش حساسیت به مایکوپلاسما گالی سبتیکوم و افزایش التهاب ملتحمه چشم (۱۸)، کوری (۱۷) ایجاد تاول‌های سینه، تأخیر بلوغ جنسی، احتمال کوکسیدیوز حاد، احتمال تغییر طحال، کبد، کلیه‌ها و غده‌های فوق کلیوی (۶)، افزایش pH آلبومین و آبی شدن تخم‌مرغ (۵) می‌شود. بنابراین با توجه به دلایل بیان شده غلظت گاز آمونیاک نباید از ۲۵ قسمت در میلیون بالاتر رود (۲، ۳، ۱۷، ۱۸).

راه‌های کاهش گاز آمونیاک، شامل افزایش جریان هوا در سالن، تعویض بستر، کاهش pH بستر به کمتر از ۷ با کمک مواد شیمیایی (۳)، و اجتناب از مصرف پروتئین اضافی در جیره‌های طیور (۲۰)، می‌باشند. مواد شیمیایی که قبلاً مورد آزمایش قرار گرفته‌اند شامل پارافرم آلدئید (۲۵)، زئولیت (۱۹)، سوپرفسفات (۸)، اسید فسفریک (۲۲)، سولفات فرو (۱۲)، سنگ آهک (۸)، ساپونین یوکا (۱۴)، اسیداستیک، اسیدپروپیونیک (۲۱) و آنتی‌بیوتیک (۱۵) بوده است. میزان خروج گاز آمونیاک به pH و رطوبت، سرعت باد، غلظت آمونیوم و درجه حرارت وابسته است (۶ و ۱۸). اضافه کردن بعضی از این مواد شیمیایی باعث کاهش pH بستر و در نتیجه کاهش رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌ها می‌شود که در نتیجه میزان خروج گاز آمونیاک از بستر کم می‌شود. فسفر نخستین عنصری است که با رشد بیش از حد میکروارگانیسم‌های (Eutrophication) آب‌های شیرین ارتباط دارد (۱۷، ۱۸). پژوهش‌ها نشان دادند که در آب‌های خارج شده از مراتع دریافت‌کننده بستر طیور، غلظت‌های بسیار بالایی از فسفر فعال وجود دارد (۱۷، ۱۸).

ادوارد و دانیل (۱۰) نشان دادند بیشتر فسفر موجود در آب‌های خارج شده از مزارع کشاورزی (۸۰ تا ۹۰ درصد) به صورت فسفر فعال محلول است که قابلیت دسترسی بالایی برای رشد جلبک‌ها دارد (۲۴). شریو و همکاران (۲۳) نشان دادند سولفات آلومینیوم و سولفات مس افزوده شده به بستر، باعث کاهش فسفر خارج شده از مزارع به ترتیب به میزان ۸۷ و ۶۷ درصد شده است. ولی هنگام استفاده از اسیدفسفریک، فسفر محلول تقریباً ۷۰۰ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود. هم‌چنین مور و همکاران (۱۸) نشان دادند که استفاده از بعضی از مواد شیمیایی مثل سولفات مس، سولفات آهن و اسید فسفریک در بستر می‌تواند خروج گاز آمونیاک را کاهش دهد و سولفات مس و سولفات آهن علاوه بر کاهش خروج گاز آمونیاک می‌توانند فسفر محلول آب‌های زه‌کشی مزارعی که از کود مرغی استفاده کردند را کاهش دهند. هدف از این آزمایش بررسی اثر افزودن مواد شیمیایی مختلف به بستر بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بستر بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام گرفت. در این آزمایش از ۲۸ قفس دسته جمعی زمینی به ابعاد ۲۰۰ سانتی‌متر طول و ۱۰۰ سانتی‌متر عرض استفاده شد. روشنایی به وسیله نور مصنوعی حاصل از لامپ‌های ۶۰ ولتی تأمین شد، و برنامه نوری، ۲۴ ساعت روشنایی بود. از ۶۱۶ قطعه جوجه گوشتی سویه آرین استفاده و در هر قفس ۲۲ قطعه جوجه (هر دو جنس) نگهداری شد. آزمایش از سن یک روزگی شروع و در سن ۵۶ روزگی پایان یافت. آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار و ۷ تیمار انجام گرفت. تیمارها شامل ۶ ماده شیمیایی به نام‌های اسیدچرب، آهک، اسیدکلریدریک، زئولیت، زاج سفید، پادآمونیاک و یک تیمار شاهد بودند. مواد شیمیایی به میزان ۱ کیلوگرم برای هر متر مربع بستر ۲۴ ساعت قبل از ورود جوجه‌ها روی بستر پاشیده شد. جیره‌ها بر اساس سه دوره

در ۴۲ روزگی روند pH بسترها مشابه ۲۱ روزگی بود و در ۵۶ روزگی pH بسترها کمتر شد ولی تیمار شاهد و آهک به طور معنی داری ($p < 0/05$) بالاتری نسبت به تیمار زاج سفید داشتند (جدول ۲). بار میکروبی در سن ۵۶ روزگی به طور معنی داری ($p < 0/05$) تحت تأثیر تیمارها واقع شد. بسترهای حاوی پادآمونیاک دارای بالاترین مقدار بار میکروبی و تیمار شاهد کمترین مقدار بار میکروبی را داشت (جدول ۳).

از لحاظ مقدار ازت بستر تیمار حاوی زاج سفید به طور معنی داری ($p < 0/05$) مقدار ازت بالاتری نسبت به تیمار شاهد و تیمار حاوی آهک داشت (جدول ۳). اثر تیمارها بر درجه حرارت و رطوبت بستر معنی دار نبود. اثر تیمارها بر فسفر محلول معنی دار بود ($p < 0/05$) و مشخص شد بسترهای دارای زاج سفید و پادآمونیاک دارای فسفر محلول کمتری بودند و تیمار شاهد و اسید چرب بالاترین فسفر محلول را داشتند (جدول ۳) به طوری که ضریب هم‌بستگی آنها مثبت و برابر با $r^2 = 0/48$ بود ($p < 0/05$).

بحث

مور و همکاران (۱۸) نشان دادند که ترکیبات سولفات آلومینیوم و سولفات فرو و اسیدفسفریک دارای بیشترین بازدهی برای کاهش خروج گاز آمونیاک نسبت به کلریدفربیک و سیلیکات‌های آهن و مس بودند. همچنین بسترهای دارای این مواد (سولفات آلومینیوم، سولفات فرو و اسید فسفریک) دارای pH کمتری و کل ازت غیرآلی و آمونیم بیشتری نسبت به تیمارهای دیگر بودند. در این آزمایش، مشابه آزمایش‌های مور و همکاران (۱۷ و ۱۸) مشخص شد که زاج سفید (سولفات آلومینیوم) به طور موثری باعث کاهش pH بستر شد. مشاهده شد که با افزایش طول زمان پرورش، اندکی از خاصیت اسیدی سولفات آلومینیوم کاسته می‌شود و pH بستر یک روند افزایشی نشان می‌دهد که مشابه آزمایش‌های ذکر شده بود. در ۲۱

پرورش آغازین (۳-۱ هفته‌گی)، رشد (۶-۳ هفته‌گی) پایانی (۸-۶ هفته‌گی) بر اساس جداول نیاز غذایی جوجه‌های گوشتی NRC و جداول تجزیه مواد غذایی NRC تنظیم شدند (۱) و تمام گروه‌ها جیره یکسانی (جدول ۱) دریافت کردند. برای تعیین pH در هفته‌های ۳، ۶ و ۸ به طور تصادفی از ۳ نقطه بستر نمونه‌برداری و مخلوط گردید و ۱۰ گرم از نمونه انتخاب شد و در بشر ۲۰۰ سی‌سی ریخته شده و ۱۰۰ سی‌سی آب مقطر به نمونه اضافه شد و بعد از ۲ ساعت pH نمونه‌ها به وسیله pH متر CORNING-EEL model-7 اندازه‌گیری شد.

ازت بستر و رطوبت بستر با روش AOAC (۴) محاسبه و برای اندازه‌گیری بار میکروبی بستر در ۵۶ روزگی نمونه‌هایی از بستر انتخاب شد و بلافاصله در دمای ۴ درجه نگه‌داری شدند. برای تعیین بار میکروبی از محیط‌های McCondey, Blood agar و EBC استفاده شد و شمارش باکتری‌ها با روش Serial dilution با استفاده از یک گرم نمونه در ۵ میلی‌متر محلول نمک طعام ۰/۹٪ (نرمال) استریل انجام گرفت. برای اندازه‌گیری فسفر محلول ۴۰ گرم از بستر در بشر ۲۵۰ سی‌سی ریخته و ۲۰۰ سی‌سی آب مقطر اضافه شد. بعد از ۲ ساعت قسمت مایع جدا و با کمک سانتریفوژ به مدت ۲۰ دقیقه (۶۰۰ دور در دقیقه) مواد جامد جدا گردید، سپس ۴۰ سی‌سی از مایع به دست آمده به روش AOAC (۴) خاکستر و با کمک دستگاه اسپکتروفتومتر میزان فسفر محاسبه شد. داده‌های به دست آمده به صورت طرح کاملاً تصادفی به وسیله نرم‌افزار SAS (۱۳) آنالیز شدند و میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج

اثر تیمارها در سن ۲۱ و ۴۲ روزگی بر pH بستر کاملاً معنی دار بود ($p < 0/01$) ولی این اثر در سن ۵۶ روزگی معنی دار نبود (جدول ۲) در سن ۲۱ روزگی بسترهایی که به آنها آهک اضافه شده بود pH خیلی بالاتری نشان داد و pH بسترهایی که به آنها پادآمونیاک و زاج سفید اضافه شد کمترین pH را داشتند.

جدول ۱. ترکیب جیره‌ها

اجزای متشکله جیره (%)	جیره آغازین	جیره رشد	جیره پایانی
ذرت	۵۸/۳۳	۶۳/۴۵	۷۲/۸۷
کنجاله سویا	۳۰/۹۳	۳۰/۴۴	۲۰/۹
پودر ماهی	۵	—	—
بقایای کشتارگاهی	—	—	۳/۵
اسید چرب	۲/۷۲	۲/۶۳	—
صدف	۱/۰۴	۱/۳۶	۱/۱۸
دی‌کلسیم فسفات	۰/۸۵	۱/۰۶	۰/۵۵
نمک	۰/۲	۰/۲	۰/۲
مکمل (معدنی و ویتامین)	۰/۸	۰/۸	۰/۸
متیونین	۰/۱۳	۰/۰۶	—
جمع کل	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
اجزای محاسبه شده			
انرژی قابل سوخت و ساز (کیلو کالری در کیلو گرم)	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰
پروتئین (درصد)	۲۱/۵۶	۱۸/۷۵	۱۶/۸۸
کلسیم (درصد)	۰/۹۴	۰/۸۴	۰/۷۵
فسفر زیست فراهم (درصد)	۰/۴۲	۰/۳۳	۰/۲۸
متیونین + سیتستین	۰/۸۴	۰/۶۸	۰/۵۳

جدول ۲. اثر تیمارها بر pH و درصد رطوبت بستر در ۲۱، ۴۲ و ۵۶ روزگی دوره پرورش

تیمار	PH			رطوبت		
	۲۱	۴۲	۵۶	۲۱	۴۲	۵۶
شاهد	۶/۲۳ ^{b*}	۸/۱۰ ^a	۸/۳۱ ^a	۱۶/۲	۳۰/۹	۳۳/۸
اسیدچرب	۵/۹۵ ^b	۷/۵۶ ^{ab}	۸/۰۱ ^{ab}	۱۴/۵	۲۱/۲	۳۲/۸
آهک	۱۱/۱۳ ^a	۸/۰۱ ^a	۸/۳۱ ^a	۱۳/۸۹	۳۰/۹	۳۴/۲
اسیدکلریدریک	۵/۶۶ ^b	۷/۳۴ ^b	۷/۸۹ ^{ab}	۱۳/۲۷	۲۹/۹	۳۵/۶
زاج سفید	۴/۲۸ ^d	۶/۶۳ ^c	۷/۵۲ ^b	۱۶/۰۷	۳۲/۲	۳۶/۵
زئولیت	۶/۰۶ ^b	۷/۳۹ ^b	۸/۰۱ ^{ab}	۱۲/۱۳	۲۷/۰	۲۹/۱
پادآمونیاک	۴/۹۱ ^c	۷/۰۹ ^{bc}	۸/۰۹ ^{ab}	۱۲/۷۰	۲۹/۷	۲۸/۷

*: میانگین‌هایی که حرف غیر مشابه دارند اختلافشان معنی دار است ($p < 0.05$).

است. ناکایو و همکاران (۱۹) نشان دادند که زئولیت خاصیت رطوبت‌گیری دارد و باعث کاهش رطوبت بستر می‌شود که در این آزمایش نیز چنین نتایجی به دست آمد ولی از لحاظ آماری معنی دار نبود. پادآمونیاک نیز تا حدودی نقش رطوبت‌گیری دارد. درجه حرارت بسترهای حاوی زاج سفید کمی پایین‌تر از تیمارهای دیگر بود و بسترهای حاوی پادآمونیاک کمی بالاتر

روزگی دیده شد که بستر حاوی آهک دارای pH خیلی بالایی (۱۱/۱۳) بود که به علت خاصیت بازی آهک چنین نتایجی بعید نیست. pH بستر حاوی پادآمونیاک تا ۴۲ روزگی پایین بود ولی در ۵۶ روزگی به سرعت بالا رفت و تقریباً برابر با pH بستر شاهد گردید. چنین می‌توان نتیجه گرفت که قدرت کاهش pH پادآمونیاک کمتر از زاج سفید و مدت دوام آن نیز کمتر

جدول ۳. اثر تیمارها بر درجه حرارت، مقدار ازت و بار میکروبی بستر و فسفر محلول

فسفر محلول میلی گرم در لیتر	بار میکروبی*	مقدار ازت (درصد)	درجه حرارت (سانتی‌گراد)		تیمار
			۵۶ روزگی	۴۲ روزگی	
۴/۶۰ ^a	۳۱۲/۵ ^d	۳/۵۷ ^{b**}	۲۸/۰	۳۰/۱	شاهد
۴/۶۱ ^a	۴۲۵/۰ ^{abc}	۳/۷۵ ^{ab}	۲۷/۸	۳۰/۸	اسیدچرب
۴/۰۵ ^{ab}	۴۳۰/۰ ^{abc}	۳/۵۳ ^b	۲۸/۴	۳۰/۴	آهک
۳/۸۲ ^{ab}	۵۰۵/۰ ^{ab}	۳/۹۰ ^{ab}	۲۶/۹	۳۰/۵	اسیدکلریدریک
۳/۷۱ ^b	۴۱۲/۵ ^{bcd}	۴/۰۴ ^a	۲۶/۸	۲۹/۹	زاج سفید
۴/۱۲ ^{ab}	۳۳۷/۵ ^{cd}	۳/۷۴ ^{ab}	۲۷/۷	۲۹/۴	زئولیت
۳/۵۹ ^b	۵۲۰/۰ ^a	۳/۸۱ ^{ab}	۲۸/۰	۳۰/۵	پادآمونیاک

مقدار باکتری در ۱ گرم بستر 10^2

*: میانگین‌هایی که حرف غیر مشابه دارند، اختلافشان معنی‌دار است ($p < 0/05$).

** : دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ($p < 0/01$).

مشخص شد که پادآمونیاک و زاج سفید بالاترین بار میکروبی و تیمار شاهد کمترین بار میکروبی را داشت که علت آن می‌تواند به دلیل حذف عامل محدودکننده رشد در بستر در تیمارهای پادآمونیاک و زاج سفید و هم‌چنین فراوان بودن مواد مغذی در پایان دوره باشد. هم‌چنین میکروارگانیزم‌ها بعد از رسیدن به حداکثر رشد به علت تولید مواد سمی ناشی از سوخت و سازشان که برای رشد آنها مضر است روند رشد نزولی دارند (۹)، که احتمالاً در تیمار شاهد حداکثر رشد در اوایل دوره بوده است و بعد از آن روند نزولی داشته است ولی برای تیمارهای پادآمونیاک و زاج سفید ۵۶ روزگی زمان حداکثر رشد بوده است.

فسفر اولین عنصری است که با رشد بیش از حد میکروارگانیزم‌های آب‌های شیرین در ارتباط است (۱۷، ۱۸) بنابراین افزایش آن در آب‌ها باعث آلودگی به جلبک‌ها می‌شود. در این آزمایش مشابه آزمایش‌های مور و همکاران (۱۷) و شریو و همکاران (۲۳) مشخص شد افزودن بعضی از مواد شیمیایی مثل سولفات آلومینیم باعث کاهش فسفر محلول می‌شود. سولفات آلومینیم (زاج سفید) و پادآمونیاک با کاهش pH بستر به طور مؤثری از رشد میکروارگانیزم جلوگیری می‌کنند و مانع آزاد سازی فسفر می‌شوند، هم‌چنان که ضریب

بود که احتمالاً به دلیل رطوبت بستر است، زیرا هم‌بستگی رطوبت و درجه حرارت برابر با $r = -0/51$ به دست آمد. هرچه مقدار ازت بیشتر باشد نشان‌دهنده آن است که گاز آمونیاک کمتری از بستر خارج شده است. مشخص شد که بسترهای حاوی زاج سفید به طور معنی‌داری ($p < 0/05$) نسبت به تیمارهای شاهد و آهک مقدار ازت بالاتری داشتند که مشابه آزمایش مور و همکاران (۱۸) بود. حفظ pH بستر کمتر از ۷ عامل مهمی در کنترل خروج گاز آمونیاک از بستر است زیرا آزادسازی گاز آمونیاک در $pH=7$ افزایش می‌یابد و در $pH=8$ به حداکثر می‌رسد (۱۲) که در این آزمایش هم‌بستگی pH با ازت بستر کاملاً معنی‌دار بود و برابر با $r = -0/95$ به دست آمد که رابطه معکوسی با هم دارند.

پارک‌هرست و همکاران (۲۱)، ولوسو و همکاران (۲۵) و هاف و همکاران (۱۲) مشاهده کردند مواد شیمیایی به کار رفته بیشتر در هفته‌های اول آزمایش بر بار میکروبی مؤثر بود و باعث کاهش بار میکروبی شده‌اند و در پایان دوره، پرورش بار میکروبی تیمارها تقریباً یکسان بود. آزمایش‌های هاف و همکاران (۱۲) مشخص کرد که در پایان دوره بار میکروبی بسترهای حاوی مواد شیمیایی حتی بیشتر از تیمار شاهد بود. در این آزمایش بار میکروبی در ۵۶ روزگی اندازه‌گیری شد و

جلوگیری کرده و باعث کاهش آزادسازی گاز آمونیاک در سالن مرغداری و کاهش فسفر محلول در آب‌های خارج شده از مزارعی که از کود مرغی استفاده می‌کنند، شود.

هم‌بستگی بین فسفر محلول و pH در ۵۶ روزگی مثبت و برابر $r^2 = 0/48$ بوده است. در نتیجه فسفر محلول در آب کاهش یافته که باعث آلودگی کمتر آب‌ها و مؤثرتر واقع شدن استفاده از این کودها در مزارع کشاورزی می‌باشد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از پرسنل آزمایشگاه گروه علوم دامی به خاطر همکاری در انجام آزمایش‌ها و سرکار خانم زهرا اصلانی به خاطر تایپ مقاله و هم‌چنین از دانشگاه صنعتی اصفهان برای تأمین بودجه این طرح تحقیقاتی تشکر و قدردانی می‌شود.

نتیجه‌گیری

استفاده از زاج سفید و پاد آمونیاک در بستر طیور می‌تواند باعث کاهش pH، افزایش ازت و کاهش فسفر محلول بستر شود که در نتیجه از رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌های بستر

منابع مورد استفاده

۱. انجمن ملی تحقیقات. ۱۳۷۵. *احتیاج‌های غذایی طیور* (ترجمه گلین، ا. و م. سالار معینی). چاپ اول. انتشارات واحد آموزش و پژوهش معاونت کشاورزی سازمان اقتصادی کوثر، تهران.
۲. پوررضا، ج. ۱۳۷۴. *اصول علمی و عملی پرورش طیور*. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان.
۳. نورث، ام. او، م. فرخوی، و خ. سیگارودی. *راهنمای کامل پرورش طیور*. ۱۳۷۴. انتشارات واحد آموزش و پژوهش معاونت کشاورزی سازمان اقتصادی کوثر، تهران.
4. Association of Official Analytical Chemists, 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC.
5. Benton, C. E. and J. Brake. 2000. Effect of atmospheric ammonia on albumen height and pH of fresh broiler breeder eggs. *Poult. Sci.* 79:1562-1565.
6. Carlile, F. S. 1984. Ammonia in poultry houses: A literature Review. *World's Poult. Sci. J.* 40: 99-113.
7. Caveny, D. D., G. L. Quarles and G. A. Greathouse. 1981. Atmospheric ammonia and broiler cockerel performance. *Poult. Sci.* 60:513-516.
8. Cotteril, O. J. and A. R. Winter. 1953. Some nitrogen studies on built-up litter. *Poult. Sci.* 63: 384-385.
9. Crites, R. and G. Tchobanoglous. 1998. *Small and Decentralized Wastewater Managment System*. 1st ed., McGraw-Hill Pub.
10. Edwards, D. R. and T. C. Daniel. 1993. Effects of poultry litter application rate and rainfall intensity on quality of runoff from fescuegrass plots. *J. Environ. Qual.* 22: 361-365.
11. Gupta, G., J. Borowiec and J. Okoh. 1997. Toxicity identification of poultry litter aqueous leachate. *Poult. Sci.* 76:1364-1367.
12. Huff, W. E., G. W. Malone and G. W. Chaloupka. 1984. Effect of litter treatment on broiler performance and certain litter quality parameters. *Poult. Sci.* 63:2167-2171.
13. SAS Institute. 1997. *SAS User's Guide: Statistics Release. Version, 6.04*. SAS Institute Inc. Cary. NC. USA.
14. Jonston, N. L., C. L. Quarles, D. J. Faberberg and D. D. Caveny. 1981. Evaluation of yucca saponin on performance and ammonia suppression. *Poult. Sci.* 60: 2289.
15. Kitai, K. and A. Arakawa. 1979. Effect of antibiotics and caprylohydrozamic acid on ammonia gas from chicken excreta. *Br. Poult. Sci.* 20:55-60.
16. Lacy, M. P. 2002. Litter quality and broiler performance. Cooperative Extension Service. The University of Georgia, College of Agricultural and Environmental Sciences, pp: 3-35.
17. Moore, P. A., T. C. Daniel, D. R. Edwards and D. M. Miller. 1996. Evaluation of chemical amendment to reduce ammonia volatilization from poultry litter. *Poult. Sci.* 75:315-320.
18. Moore, P. A., T. C. Daniel and D. R. Edwards. 1999. Reducing phosphorus runoff and improving poultry production with alum. *Poult. Sci.* 78:692-698.
19. Nakae, H. S., J. K. Koellider and G. H. Arscott. 1978. Effect of clinoptilolite (zeolite) on layer and broiler performances and poultry house environment. *Poult. Sci.* 57:1175. (Abstr.)

20. Nimenya, H., A. Delaunis, S. Bloden, D. L. Duong, B. Canart, P. Gustin, B. Nicks and M. Anasy. 2000. Ionic adsorption of ammonium and nitrate on some animal litters and their role in ammonia volatilization. Laboratory results. *Ann. Zoo Technol.* 49: 129-140.
21. Parkhurst, C. R., P. B. Hamilton and G. R. Baughman. 1974. The use of volatile fatty acids for the control of microorganisms in pine sawdust litter. *Poult. Sci.* 53:801-806.
22. Reece, F. N., B. J. Bates and B. D. Lott. 1979. Ammonia control in broiler houses. *Poult. Sci.* 58:754-755.
23. Shreve, B. R., P. A. Moore, Jr., T. C. Daniel, D. R. Edwards and D. M. Miller. 1995. Reduction of phosphorus in runoff from field – applied poultry litter using chemical amendments. *J. Environ. Qual.* 24: 106-111.
24. Sonzogni, W. C., S. C. Chapra, D. E. Armstrong and T. J. Logan. 1982. Bioavailability of phosphorus inputs to lakes. *J. Environ. Qual.* 11: 555-563.
25. Veloso, J. R., P. B. Hamilton and C. R. Parkhurst. 1947. The use of formaldehyde flakes as an antimicrobial agent in built-up poultry litter. *Poult. Sci.* 53:78-83.