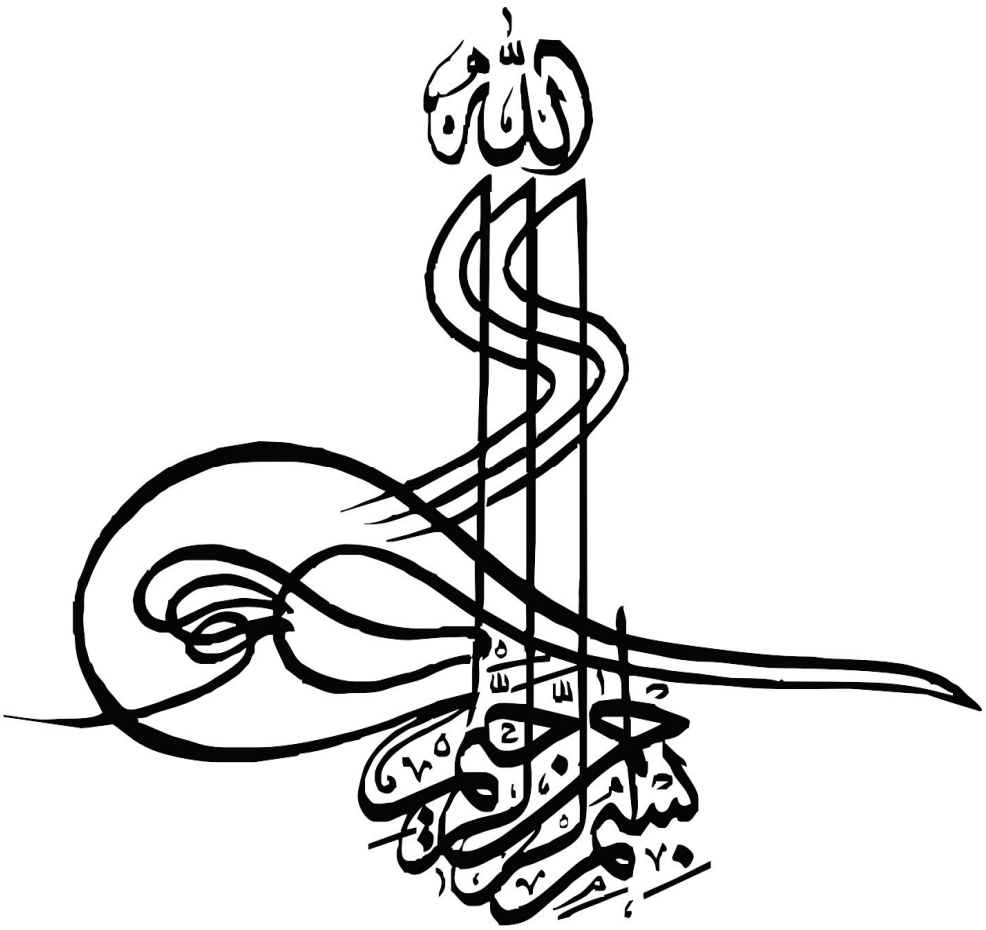

الله
بسم الله الرحمن الرحيم

**دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان**

**دانشکده علوم دامی**

**پایان نامه برای اخذ مدرک کارشناسی ارشد (M.Sc)**

**در رشته علوم دامی- تغذیه دام**

# تاثیر نانوزئولیت بر عملکرد، فراسنجه های خونی و کیفیت گوشت جوجه های گوشتی تغذیه شده با خوراک آلوده به آفلاتوکسین

**پژوهش و نگارش**

اکرم شبانی

**استاد راهنما**

دکتر بهروز دستار

**اساتید مشاور**

دکتر مرتضی خمیری

دکتر بهاره شعبان‌پور

دکتر سعید حسنی

تابستان 1389

# تقدیم به

## پدر و مادر مهربان و صبورم

"ارزشمندترین نعمتهای خداوند که با گرمی آفتاب وجودشان با دریای زلال محبتشان و با نور چراغ عمرشان موجب رشد و هدایت من شدند".

## برادران عزیزم

"که با فداکاری، مهربانی و عطوفت بیکرانشان دوران تحصیل را بر من آسان نمودند".

# تشکر و قدردانی

بی شک تهیه این مجموعه، بدون کمک و یاری سروران گرانقدر، استادان بزرگوار و دوستان عزیز مقدور نبود. خود لازم می دانم از استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر دستار که لحظه به لحظه همراهیم کردند و علم و دانش خود را بدون هیچ چشمداشتی بر من ارزانی داشتند تشکر و قدردانی نمایم. در پناه یاری ایشان سخت ترین لحظات این راه، شیرین ترین خاطراتم شد. تلاش و یاری ایشان را می ستایم.

از اساتید مشاور بزرگوارم آقایان دکتر خمیری و دکتر حسنی و خانم دکتر شعبان پور که در طول انجام این پژوهش با رویی گشاده پذیرای بنده بودند و از همفکری و مشاورت ایشان بهره برده ام صمیمانه قدردانی می نمایم.

از جناب آقایان دکتر صمدی و دکتر شمس شرق که زحمت داوری این پایان نامه را قبول نموده اند، از جناب آقای دکتر زینعلی نماینده محترم تحصیلات تکمیلی بسیار سپاس گزارم.

تشکر می کنم از تمامی اساتید محترم گروه علوم دامی که شاگردیشان برایم افتخاری است گرانبها. و خداوند را سپاسگزارم که ۷ سال مجال یافتم در مکتب اساتیدی شاگردی کنم که به من آموختند امروز را بی آفرینش و بالندگی به فردا نسپارم.

سپاسگزارم از مسئولین محترم آزمایشگاه، آقایان مهندس مستانی و حسن پور که با همکاری خود در انجام هرچه بهتر این تحقیق همکاری نموده اند. سخاوتمندی و بزرگواری ایشان منتی است ابدی.

از دوستان بزرگوارم و تمام آنان که یاریم کردند خصوصاً: آقایان مهندس اسعدی، اشرفی، جالینوسی، طوسی، محمدی، مهدوی، خانم مهندس ابراهیمی، سکالو، شهابی، قزوینی، زنگانه و لک زائی کمال تشکر را دارم. و یادم می ماند که به پاس لحظات ارزشمندی که متعلق به خودشان بود و از من دریغ نورزیدند دینشان بمانم. همواره روزهایی سرشار از سربلندی، موفقیت و سلامتی را برایشان آرزومندم.

## چکیده

این آزمایش به منظور بررسی اثر افزودن سطوح مختلف نانوزئولیت در جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین بر عملکرد، فراسنجه های خونی و کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی انجام شد. 336 قطعه جوجه گوشتی سویه راس با 6 جیره شامل جیره فاقد آفلاتوکسین به عنوان تیمار شاهد و جیره‌های حاوی 0/5 ppm آفلاتوکسین و سطوح مختلف نانوزئولیت شامل سطوح صفر، 0/25، 0/5، 0/75 و 1 درصد نانوزئولیت تغذیه شدند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با 4 تکرار و 14 پرنده به ازای هر تکرار انجام شد. نتایج آزمایش نشان داد که پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی 0/5 ppm آفلاتوکسین و فاقد نانوزئولیت بطور معنی داری افزایش وزن کمتری از تیمار شاهد داشتند (P<0/05). جیره‌های حاوی آفلاتوکسین و سطوح مختلف نانوزئولیت از نظر آماری افزایش وزن مشابه تیمار شاهد ایجاد کردند. پرندگان تغذیه شده با تیمار حاوی آفلاتوکسین و فاقد نانوزئولیت بطور معنی دار مصرف خوراک و وزن لاشه قابل طبخ کمتر ولی ضریب تبدیل غذایی بالاتری از تیمار شاهد داشتند (P<0/05). در عین حال بین مصرف خوراک تیمارهای دیگر تفاوت معنی داری مشاهده نشد. آلودگی جیره‌های غذایی با آفلاتوکسین سبب کاهش انرژی و پروتئین مصرفی و نسبت راندمان انرژی و پروتئین شد و استفاده از نانوزئولیت باعث بهبود اثرات آن شد. کاهش معنی‌دار در غلظت پروتئین کل، آلبومین، کلسترول و تری‌گلیسرید سرم در اثر تغذیه جوجه‌های گوشتی با خوراک آلوده به آفلاتوکسین مشاهده شد. غلظت این فراسنجه‌ها در سرم جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره حاوی نانوزئولیت تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت. تیمارهای آزمایش تاثیر معنی‌داری بر رنگ، ظرفیت نگهداری آب و اسیدیته گوشت نداشتند. شاخص TBA توسط آفلاتوکسین و افزایش مدت زمان نگهداری گوشت پس از 90 روز نگهداری، افزایش معنی‌دار یافت (P<0/05). تفاوت معنی‌داری در غلظت TBA بین تیمارهای حاوی آفلاتوکسین و سطوح مختلف نانوزئولیت و زمان 1 و 30 روز نگهداری مشاهده نشد. درصد چربی گوشت ران در جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی آفلاتوکسین بطور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارهای آزمایشی بود (P<0/05). تیمارهای آزمایشی تاثیر معنی‌داری بر جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیک و کل باکتری‌ها نداشتند. با افزایش مقدار نانوزئولیت در جیره‌های آزمایشی جمعیت باکتری‌های کلی‌فرم را در 42 روزگی کاهش یافت که این کاهش در تمام سطوح نسبت به تیمار حاوی آفلاتوکسین و فاقد نانوزئولیت معنی‌دار بود (P<0/05).



کلمات کلیدی: نانوزئولیت، آفلاتوکسین، کیفیت گوشت، عملکرد، جوجه گوشتی

## فهرست مطالب

**عنوان** **صفحه**


فصل اول ..... 1

1-1- مقدمه ..... 2

1-2- تاریخچه آفلاتوکسین و آفلاتوکسیکوزیس ..... 3

1-3- اثرات آفلاتوکسین ..... 4

1-4- راهکارهای مقابله با آفلاتوکسین ..... 4

فصل دوم ..... 6

**2- مروری بر مطالعات انجام شده ..... 7**

2-1- ساختمان شیمیایی آفلاتوکسین ..... 7

2-2- شرایط تولید آفلاتوکسین ..... 9

2-3- مسمومیت‌زایی آفلاتوکسین ..... 9

2-4- جذب آفلاتوکسین ..... 10

2-5- توزیع آفلاتوکسین در بدن ..... 10

2-6- تغییر شکل بیولوژیکی ..... 11

2-7- ماندگاری و بقایای آفلاتوکسین ..... 14

2-8- مکانیسم عمل آفلاتوکسین‌ها ..... 14

2-9- تاثیر مواد مغذی جیره بر آفلاتوکسیکوزیس ..... 15

2-10- اثرات آفلاتوکسین بر عملکرد جوجه‌های گوشتی ..... 16

2-11- اثرات آفلاتوکسین بر ترکیب لاشه و اندام‌های بدن ..... 18

2-12- اثرات آفلاتوکسین بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون ..... 19

2-13- کیفیت گوشت.....19
2-14- فساد اکسیداتیو .....20
2-15- اندازه‌گیری پراکسیداسیون اسید چرب در گوشت .....21
2-16- اثرات آفلاتوکسین بر غلظت مالون‌دی‌آلدئید .....21
2-17- رنگ گوشت.....22
2-18- ظرفیت نگهداری آب .....22
2-19- کنترل و پیشگیری از آفلاتوکسیکوزیس .....23
2-19-1- روش‌های شیمیایی .....23
2-19-2- روش‌های بیولوژیکی .....24
2-19-3- روش‌های فیزیکی .....25
2-20- استفاده از آلومینوسیلیکات‌ها به منظور کاهش اثرات آفلاتوکسین.....29

فصل سوم ..... 31

**3- مواد و روش‌ها.....32**
3-1- محل و زمان انجام آزمایش .....32
3-2- تولید آفلاتوکسین و نانوزئولیت .....32
3-3- آماده‌سازی سالن .....34
3-4- مدیریت پرورش .....35
3-5- برنامه واکسیناسیون .....36
3-6- گروه‌های آزمایشی و جیره‌های آزمایشی .....37
3-7- فراسنجه‌های اندازه‌گیری شده .....40
3-7-1- افزایش وزن .....40
3-7-2- خوراک مصرفی .....40
3-7-3- ضریب تبدیل غذایی.....41

3-7-4- تلفات ..... 41
3-7-5- انرژی قابل متابولیسم مصرفی و نسبت راندمان انرژی ..... 41
3-7-6-پروتئین مصرفی و نسبت راندمان پروتئین ..... 41
3-7-7- وزن متابولیکی ..... 42
3-7-8- تعیین ترکیبات بیوشیمیایی خون ..... 42
3-7-9- صفات مربوط به لاشه ..... 44
3-7-10- آزمایشات کیفیت گوشت ..... 44
3-7-11- آزمایشات کشت میکروبی ..... 49
3-8- مدل آماری طرح و تجزیه و تحلیل داده‌ها ..... 51

فصل چهارم ..... 53

**4- نتایج ..... 54**

4-1- افزایش وزن ..... 54
4-2- مصرف خوراک ..... 57
4-3- ضریب تبدیل غذایی ..... 59
4-4- ترکیب و راندمان لاشه و اندام‌های بدن ..... 60
4-5- انرژی قابل متابولیسم مصرفی و نسبت راندمان انرژی ..... 64
4-6- پروتئین مصرفی و نسبت راندمان پروتئین ..... 65
4-7- وزن متابولیکی ..... 68
4-8- انرژی قابل متابولیسم مصرفی به ازای وزن متابولیکی ..... 69
4 ..... 70
-9- فراسنجه‌های خونی ..... 70
4-10- رنگ گوشت ..... 72
4-11- فاکتورهای کیفی گوشت ..... 75

4-11-1- غلظت مالون‌دی‌آلدئید در گوشت ..... 75
4-11-2- ظرفیت نگهداری آب در گوشت ..... 76
4-11-3- اسیدیته گوشت ..... 76
4-11-4- درصد رطوبت گوشت ..... 77
4-11-5- درصد چربی گوشت ..... 77
4-12- کشت میکروبی ..... 80
فصل پنجم ..... 81
**5- بحث ..... 82**
5-1- عملکرد جوجه‌های گوشتی ..... 82
5-2- ترکیب و راندمان لاشه و اندام‌های بدن ..... 85
5-3- پروتئین و انرژی قابل متابولیسم مصرفی و نسبت راندمان پروتئین و انرژی ..... 87
5-4- فراسنجه‌های خونی ..... 88
5-5- رنگ گوشت ..... 89
5-6- فاکتورهای کیفی گوشت ..... 90
5-7- کشت میکروبی ..... 93
**نتیجه‌گیری ..... 95**
**پیشنهادات ..... 95**
**فهرست منابع ..... 96**

## فهرست جداول

**عنوان** **صفحه**


جدول 3-1- برنامه واکسیناسیون جوجه‌های گوشتی ..... 36

جدول 3-2- ترکیب جیره‌های آزمایشی دوره آغازین ..... 38

جدول 3-3- ترکیب جیره‌های آزمایشی دوره رشد ..... 39

جدول 4-1- مقایسه میانگین وزن بدن جوجه‌های گوشتی تیمارهای مختلف آزمایشی ..... 56

جدول 4-2- مقایسه میانگین افزایش وزن جوجه‌های گوشتی تیمارهای مختلف آزمایشی ..... 56

جدول 4-3- مقایسه میانگین مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی تیمارهای مختلف آزمایشی ..... 58

جدول 4-4- مقایسه میانگین ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی تیمارهای آزمایشی ..... 59

جدول 4-5- مقایسه میانگین وزن ترکیبات لاشه و اندام‌های بدن جوجه‌های گوشتی تیمارهای آزمایشی در 21 روزگی ..... 62

جدول 4-6- مقایسه میانگین وزن ترکیبات لاشه و اندام‌های بدن جوجه‌های گوشتی تیمارهای آزمایشی در 42 روزگی ..... 62

جدول4-7- مقایسه میانگین راندمان لاشه و اندام‌های بدن جوجه‌های گوشتی تیمارهای مختلف آزمایشی در 21 روزگی ..... 63

جدول4-8- مقایسه میانگین راندمان لاشه و اندام‌های بدن جوجه‌های گوشتی تیمارهای مختلف آزمایشی در 42 روزگی ..... 63

جدول 4-9- مقایسه میانگین انرژی مصرفی جوجه‌های گوشتی تیمارهای آزمایشی ..... 64

جدول 4-10- مقایسه میانگین نسبت راندمان انرژی جوجه‌های گوشتی تیمارهای آزمایشی ..... 65

جدول 4-11- مقایسه میانگین پروتئین مصرفی جوجه‌های گوشتی تیمارهای مختلف آزمایشی .....66
جدول 4-12- مقایسه میانگین نسبت راندمان پروتئین جوجه‌های گوشتی تیمارهای آزمایشی .....67
جدول 4-13- مقایسه میانگین وزن متابولیکی جوجه‌های گوشتی تیمارهای آزمایشی .....68
جدول 4-14- مقایسه میانگین انرژی قابل متابولیسم مصرفی به ازای هر کیلوگرم وزن متابولیکی جوجه‌های گوشتی تیمارهای آزمایشی .....69
جدول 4-15- مقایسه میانگین فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی تیمارهای آزمایشی .....71
جدول 4-16- مقایسه میانگین رنگ گوشت تیمارهای آزمایشی و مدت زمان نگهداری .....73
جدول 4-17- مقایسه میانگین اثرات متقابل عوامل موثر در رنگ گوشت جوجه‌های گوشتی .....74
جدول 4-18- مقایسه میانگین کیفیت گوشت تیمارهای آزمایشی و مدت زمان نگهداری .....78
جدول 4-19- مقایسه میانگین اثرات متقابل عوامل موثر بر کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی.....79
جدول 4-20- مقایسه میانگین جمعیت میکروبی ایلئوم جوجه‌های گوشتی تیمارهای آزمایشی .....80

## فهرست شکل‌ها

**عنوان** **صفحه**


شکل 2-1- ساختار شیمیایی آفلاتوکسین B و G ..... 8

شکل 2-2- تغییر شکل بیولوژیکی آفلاتوکسین $B_1$ .....12

شکل 2-3- واکنش‌های غیرسمی‌شدن آفلاتوکسین $B_1$-8 و 9 اپوکسید .....13

شکل 2-4- ساختار زئولیت .....28

شکل3-1- مرحله اولیه کشت قارچ آسپرژیلوس پارازیتیکوس .....33

شکل 3-2- اندازه‌گیری غلظت سم آفلاتوکسین تولید شده توسط HPLC .....34

شکل 3-3- آماده سازی سالن پرورش .....35

شکل 3-4- جداسازی سرم نمونه‌های خون .....43

شکل3-5- اندازه‌گیری غلظت تری‌گلیسرید نمونه‌های سرم خون .....43

شکل3-2- دستگاه رنگ سنج .....45

شکل 3-6- دستگاه تقطیر به منظور اندازه‌گیری تیوباربیتوریک اسید.....46

شکل 3-7- دستگاه سانتریفیوژ به منظور اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب.....47

شکل 3-8- دستگاه سوکسله به منظور اندازه‌گیری چربی .....49

فصل اول

# مقدمه و کلیات

## 1-1- مقدمه

افزایش روز افزون جمعیت جهان نیاز به تامین منابع غذایی مختلف به منظور رفع نیازهای غذایی انسان را به‌طور گسترده افزایش داده است و کشور ما نیز از این قاعده مستثنی نمی‌باشد. در میان انواع گوناگون منابع غذایی، جایگاه منابع پروتئینی با منشاء دامی به ویژه فرآورده‌های طیور از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. این مسئله سبب گسترش فزاینده صنعت طیور در کشور شده است. با این حال میزان تولیدات داخلی مواد خام و منابع اولیه مورد نیاز به‌منظور تهیه خوراک، همگام با رشد صنعت طیور، از رشد مناسبی برخوردار نبوده است. این امر موجب گردیده تا بخش نسبتاً زیادی از اقلام اولیه مورد نیاز به ویژه دانه غلات و برخی از انواع کنجاله‌ها از سایر کشورها خریداری شوند. این مواد ممکن است از کشورهایی تهیه شوند که در معرض آلودگی با انواع سموم قارچی و به ویژه آفلاتوکسین باشد و از سوی دیگر شرایط مکان‌های نگهداری و ذخیره‌سازی مواد اولیه غذایی، جهت رشد انواع مختلف قارچ‌ها معمولاً مساعد می‌باشد. به همین علت، احتمال آلوده بودن مواد اولیه مورد استفاده در تهیه خوراک طیور و همچنین آلوده شدن غذاهای آماده شده با انواع سموم قارچی و به ویژه آفلاتوکسین‌ها وجود دارد. آلودگی مواد اولیه با غذاهای آلوده به آفلاتوکسین از یک طرف سبب بروز مسمومیت با آفلاتوکسین و عوارضی از قبیل کاهش بازدهی گله، تضعیف سیستم ایمنی و پیامدهای آن می‌گردد و از سوی دیگر امکان انتقال بقایای آفلاتوکسین (که بر اساس نتایج حاصل از تحقیقات متعدد، سرطان‌زا بودن آن مشخص شده است) از طریق فرآورده‌های غذایی با منشاء دامی به انسان گزارش شده است (مدیرصانعی، 1379).

با توجه به موارد فوق تلاش در پیشگیری از آفلاتوکسیکوزیس در گله‌های طیور ضمن آنکه موجب کاهش خسارات اقتصادی می‌گردد، می تواند به تامین بهداشت جوامع انسانی نیز کمک شایانی نماید.

## 2-1- تاریخچه آفلاتوکسین[1] و آفلاتوکسیکوزیس

در اوایل دهه 1960 میلادی، وقوع یک بیماری ظاهراً جدید در کشور انگلستان منجر به مرگ ده هزار قطعه بوقلمون گردید که با توجه به ناشناخته بودن عامل بروز آن، تحت عنوان بیماری X بوقلمون نامگذاری گردید. در مدت کوتاهی وقوع بیماری‌هایی بانشانه‌های مشابه در جوجه اردک‌ها، قرقاول، گوساله، گوسفند، خوک و ماکیان گزارش گردید. وجه مشترک تمام موارد گزارش شده استفاده از نوع خاصی از کنجاله بادام زمینی در تغذیه حیوانات تلف شده بود. بررسی‌های متعددی که به دنبال وقوع این موارد توسط محققین مختلف به عمل‌آمد حاکی از نقش موثر یک متابولیت قارچی بود که با توجه به استخراج آن از محیط کشت آسپرژیلوس فلاووس[2] در سال 1962 تحت عنوان آفلاتوکسین نامگذاری گردید. در ابتدا به وسیله روش کروماتوگرافی نازک لایه، دو نوع ترکیب سمی از آفلاتوکسین شناسایی شد که به دلیل دارا بودن خاصیت فلورسانس آبی و سبز تحت تاثیر اشعه ماوراء بنفش به ترتیب تحت عنوان آفلاتوکسین B و آفلاتوکسین G نامگذاری شدند (کایران و همکاران، 1998؛ لوکا، 2007).

قارچ‌ها در طی رشد، متابولیت‌های سمی بنام مایکوتوکسین تولید می‌کنند. کلمه مایکوتوکسین[3] دارای ریشه یونانی می‌باشد و از دو کلمه ***Mykes*** به معنی قارچ و ***Toxicum*** به معنی تیر سمی مشتق شده است. عارضه‌های سمی ناشی از مصرف مایکوتوکسین‌ها، مایکوتوکسیکوزیس[4] نامیده می‌شود (خاکسار، 1384). آفلاتوکسین‌ها گروهی از مایکوتوکسین‌ها هستند که به وسیله گونه‌های مختلف قارچی از جنس آسپرژیلوس به ویژه آسپرژیلوس فلاووس و آسپرژیلوس پارازیتیکوس[5] تولید می‌شوند. اگرچه تا کنون 18 نوع از انواع آفلاتوکسین‌ها مورد شناسایی قرار گرفته‌اند ولی فقط چهار نوع آفلاتوکسین $B_1$، $B_2$، $G_1$ و $G_2$ به عنوان متابولیت‌های سمی شناخته شده‌اند. در این میان آفلاتوکسین $B_1$ شایع‌ترین و فعال‌ترین نوع از نظر بیولوژیکی بوده و از بالاترین میزان سمیت برخوردار است (لوکا، 2007).

---

1 - Aflatoxin
2 - Aspergillus Flavus
3 - Mycotoxin
4 - Mycotoxicosis
5 - Aspergillus Parasiticus

## 1-3- اثرات آفلاتوکسین

از زمان جداسازی و شناسایی آفلاتوکسین‌ها، این ترکیبات به دلیل داشتن اثرات مختلف بیولوژیک شامل سرطان‌زایی[1]، جهش‌زایی[2]، ناقص‌الخلقه‌زایی[3]، ایجاد مسمومیت کبدی[4]، مسمومیت کلیوی[5]، مسمومیت پوستی و اثر تضعیف‌کننده سیستم ایمنی و اثرات متفاوت بیوشیمیایی (شامل اثر بر متابولیسم انرژی، کربوهیدارت و چربی، اثر بر سنتز پروتئین و اسید نوکلئیک) از جایگاه ویژه‌ای در بهداشت و سلامتی انسان و حیوانات برخوردار است (مدیرصانعی، 1379؛ لوکا، 2007).

## 1-4- راهکارهای مقابله با آفلاتوکسین

روش‌هایی که تاکنون برای مقابله با آفلاتوکسین ارائه شده است عبارتند از: پرتودهی، حرارت‌دهی، قلیایی‌کردن (خاکسار،1384)، استفاده از مخمر (جانسن‌ون رنسبارگ و همکاران، 2006)، استفاده از مواد جاذب و غیرقابل جذب برای طیور که با آفلاتوکسین پیوند می‌دهند نظیر زغال‌چوب، آزبست، خاک‌رس (کایران و همکاران، 1998)، سدیم‌بنتونیت، آلومینوسیلیکات‌ها (زئولیت) و پلی‌مرهایی همچون پلی‌ونیل‌پرولیدون (سانتاریو و همکاران، 1999).

زئولیت[6] از ترکیبات آلومینوسیلیکات کریستالی هیدراته دارای ساختمان سه‌بعدی و شبکه‌ای متخلخل است. این ترکیبات ضدتوکسین در ساختمان خود دارای کاتیون‌های قابل تبادلی از گروه فلزات قلیایی خاکی بوده و از مهمترین ویژگی آن‌ها قابلیت برگشت‌پذیری جذب و دفع آب بدون ایجاد تغییر در ساختمان آن‌ها می‌باشد (گودرزی و همکاران، 1385). نانو سیلور ترکیبی است که اخیراً به عنوان ضد قارچ

1 - Carcinogenic
2 - Mutagenic
3 - Teratogenic
4 - Hepatotoxicity
5 - Nephrotoxicity
6 - Zeolite

استفاده می‌شود. ماده موثر در نانوسیلور عنصر نقره می‌باشد. نقره در ابعاد بزرگتر فلزی با خاصیت واکنش‌دهی کم می‌باشد، ولی زمانی که به ابعاد کوچکتر در حد نانومتر تبدیل می‌شود خاصیت میکروب‌کشی آن به بیش از 99 درصد افزایش می‌یابد. نقره در ابعاد نانو بر متابولیسم، تنفس و تولیدمثل میکروارگانیسم‌ها اثر می‌گذارد. در فن‌آوری نانوسیلور یون‌های نقره به دو صورت پودر (کامپوزیت) و مایع (کلوئید) تولید می‌شوند (کتولی و رهنما، 1386). نانوزئولیت ترکیبی حاوی 1/5 درصد نانونقره و 98/5 درصد زئولیت طبیعی می‌باشد. باتوجه به ویژگی‌های نانوسیلور و زئولیت‌ها، می‌توان از نانوزئولیت به‌منظور کاهش یا جبران اثرات زیان‌آور سموم قارچی از جمله آفلاتوکسین استفاده نمود.

فصل دوم

# مروری بر مطالعات انجام شده

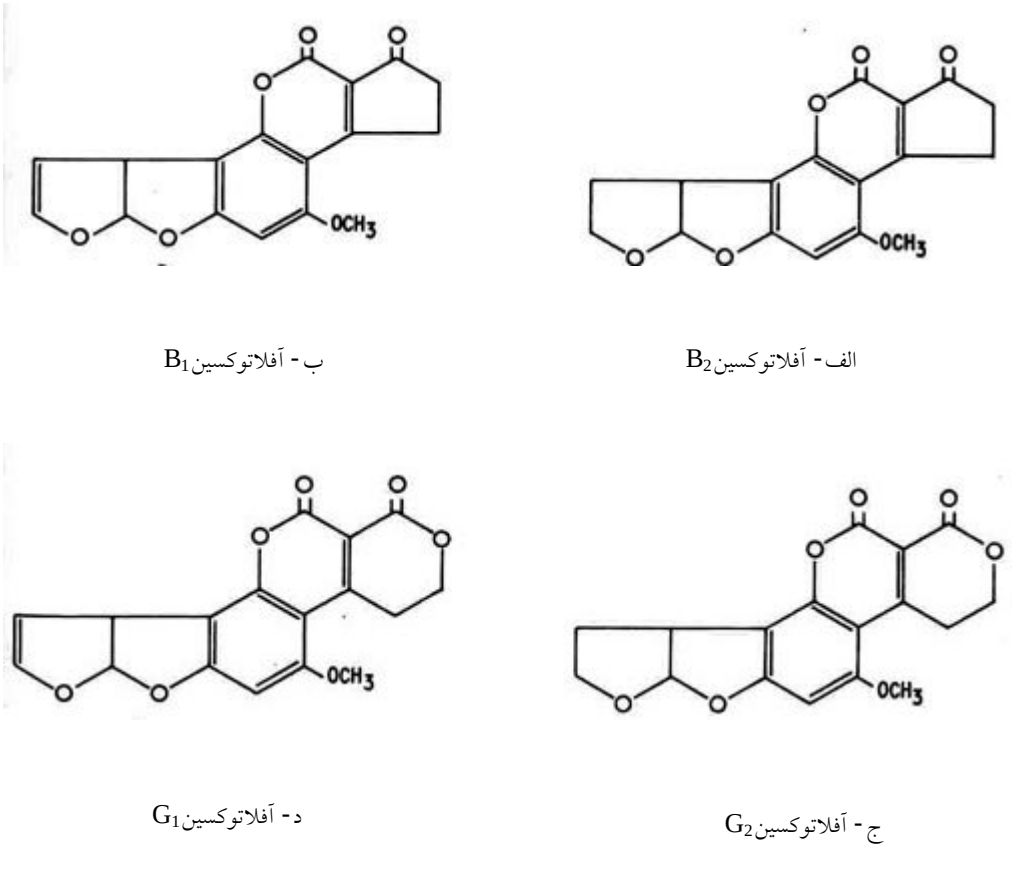
## 2- مروری بر مطالعات انجام شده

### 2-1- ساختمان شیمیایی آفلاتوکسین

آفلاتوکسین‌ها یک گروه نسبتاً وابسته از متابولیت‌های هتروسیکلیک[1] را تشکیل می‌دهند. علی‌رغم آنکه تاکنون 18 ترکیب مختلف از انواع آفلاتوکسین‌ها مورد شناسایی قرار گرفته است ولی فقط چهار نوع آفلاتوکسین $B_1$، $B_2$، $G_1$ و $G_2$ در طبیعت تولید می‌گردند (شکل 2-1). سایر انواع آفلاتوکسین‌ها از قبیل $M_1$، $M_2$ و$P_1$ به‌صورت فرآورده‌های حاصل از متابولیسم اجرام میکروبی یا سیستم‌های حیوانی تولید می‌گردند (هسیه و آتکینسون، 1991؛ لوکا، 2007). از نظر شیمیایی آفلاتوکسین‌ها جزو مشتقات دی‌فوروکومارین[2] می‌باشند (دینک و همکاران، 2006). ساختمان آن‌ها شامل یک حلقه بی‌فوران[3] است که به‌وسیله یک حلقه پنج ضلعی (در آفلاتوکسین B و M) یا یک حلقه لاکتون[4] شش ضلعی (در آفلاتوکسین G) به هسته کومارین[5] متصل می‌گردند. آسپرژیلوس فلاووس عمدتاً دونوع $B_1$ و $B_2$ و آسپرژیلوس پارازیتیکوس انواع $B_1$، $B_2$، $G_1$ و $G_2$ را تولید می‌کند. تمام گونه‌های جنس آسپرژیلوس قادر به تولید

1 - Heterocyclic
2 - Difurocoumarin
3 - Bifuran
4 - Lacton
5 - Coumarin

آفلاتوکسین‌ها نمی‌باشند و عوامل مختلف ژنتیکی، بیولوژیکی، شیمیایی و محیطی بر تولید آفلاتوکسین توسط گونه‌های آسپرژیلوس و میزان سم تولید شده تاثیر می‌گذارند (لیسون و همکاران، 1995).




الف- آفلاتوکسین $B_2$

ب- آفلاتوکسین $B_1$

ج- آفلاتوکسین $G_2$

د- آفلاتوکسین $G_1$

شکل 2-1- ساختار شیمیایی آفلاتوکسین B و G