

تاریخ: ۹۴/۱۰/۲۰

شماره: پنجم/۵

مقدمه

## مواد ضد تغذیه‌ای و اثرات نامطلوب آنها در طیور تخم‌گذار

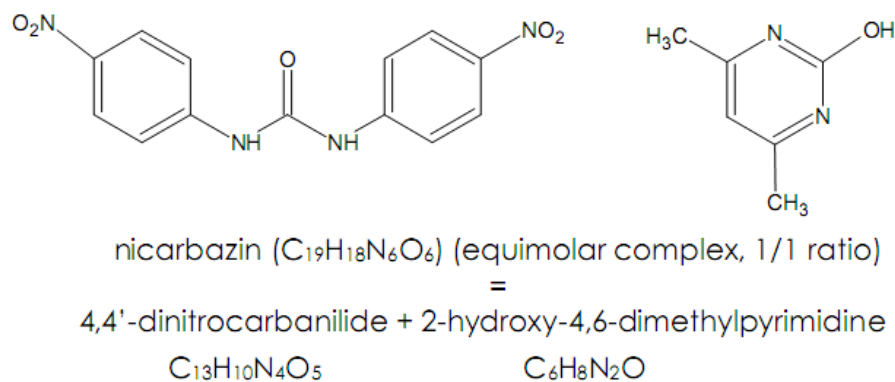
ترکیبات ضد تغذیه‌ای و سموم گوناگونی در دانه‌های غلات، دانه‌های بقولات و سایر گیاهان مورد استفاده در تغذیه‌ی طیور تخم‌گذار وجود دارد. اغلب این مواد اجزاء طبیعی ترکیبات شیمیایی مختلف هستند که در قسمت‌های مختلف گیاه قرار دارند. برخی از این ترکیبات نیز توسط فرآوری مواد غذایی غیر فعال می‌شوند. ولی ممکن است اعمال بیش از حد حرارت در زمان فرآوری مواد غذایی منجر به تشکیل ترکیبات سمی علاوه بر ترکیبات سمی موجود در برخی مواد خوراکی شود. این ترکیبات ضد تغذیه‌ای دارای تاثیر منفی بر عملکرد طیور و همچنین کیفیت و کمیت تخم‌مرغ تولیدی می‌باشد، و ممکن است برخی از آنها در تخم‌مرغ نیز ذخیره شده و منجر به آلودگی تخم‌مرغ گردد. در این بخش مروری مختصری بر اثرات ترکیبات ضد مغذی شناخته شده بر کمیت و کیفیت تخم‌مرغ تولیدی انجام خواهد شد.

### نیکاربازین

نیکاربازین ترکیبی از ۴ و ۴ دی نیترو کاربانیلید (DNC) و ۲- هیدروکسی ۴ و ۶ دی متیل پریمیدین (HDP) با نسبت مولی یکسان می‌باشد. DNC یک ترکیب زیستی فعال می‌باشد و برای جذب، بایستی با HDP باند شود. چرا که به علت طبیعت هیدروفوب آن، DNC بدون HDP قابلیت دسترسی پایینی داشته و برای طیور غیر قابل جذب می‌باشد. هر ۲ ترکیب پس از جذب از روده‌ها، وارد خون می‌شوند. HDP سریعاً از طریق کلیه‌ها دفع می‌شود در حالی که DNC جهت دفع از طریق مدفوع به کبد منتقل می‌شود، بنابراین می‌تواند در زرده‌های در حال توسعه تجمع پیدا کند. در زیر ساختار شیمیایی نیکاربازین نشان داده شده است.

نیکاربازین در سال ۱۹۵۵ به عنوان داروی ضد کوکسیدیوز معرفی گردید ولی کن در طیور تخم‌گذار، نیکاربازین در سطح ۲۵ تا ۱۰۰ ppm در طی ۶ تا روز منجر به کاهش قابلیت تفریح به کمتر از ۱ درصد گشت (Jones et al, 1990). کاهش جوجه درآوری و میزان تخم‌گذاری توسط بسیاری از محققین دیگر نیز گزارش گردیده است (Johnston et al, 2001, Hughes et al, 1991). بر پایه‌ی این مطالعات نیکاربازین به عنوان یک عامل موثر در مهار قابلیت تولید مثلی گونه پرندگان شناسایی گردید. نیکاربازین بر سیالیت غشاء تاثیر گذاشته و منجر به مخلوط شدن زرده و سفیده با یکدیگر می‌شود (Cannigham, 1977). Polin و همکاران (۱۹۵۶) دریافتند ۴ و ۴ دی نیترو کربانیلید در زرده و پوسته تخم‌مرغ‌های حاصل از طیور تغذیه شده با نیکاربازین وجود دارد و میزان آن بسته به سطح این ماده در جیره‌ی غذایی طیور می‌باشد. به نظر می‌رسد که نیکاربازین با تغییر سیالیت غشاء و تیلین، محیط نامناسبی را برای توسعه‌ی جنین فراهم می‌نماید و منجر به مرگ جنین می‌شود. همچنین طیور تغذیه شده با نیکاربازین تولید تخم‌مرغ‌هایی با زرده لکه‌دار می‌نمایند (Jones et al, 1990). زرده‌های حاوی لکه کاهش‌ی

را در مواد جامد زرده نشان دادند، همچنین ترکیبات زرده نظیر چربی، پروتئین، کلسیم، فسفر و آهن نیز در این زرده‌ها کاهش یافته، ولیکن میزان آلبومین در این تخم‌مرغ‌ها افزایش می‌یابد (Cunningham, 1977). به نظر می‌رسد که نیکاربازین منجر به افزایش فعالیت لیپوپروتئین لیپاز می‌شود، که این امر منجر به تجزیه VLDL موجود در خون قبل از رسیدن و ذخیره در تخم‌مرغ می‌شود. با توجه به اینکه VLDL یکی از ترکیبات اصلی زرده تخم‌مرغ محسوب می‌شود، وزن تخم‌مرغ و همچنین میزان تولید تخم‌مرغ کاهش می‌یابد. به طور کلی ویتیلوژن از لیپوویتیلین و پلی‌پپتیدهای فسفوتین تشکیل شده است (Chistmann et al, 1977). یکی از تغییرات پس ترجمه ویتیلوژن، فسفریلاسیون باقیمانده‌های سرین بر روی فسفوتین می‌باشد،



#### ساختار شیمیایی نیکاربازین

فسفات یک بار منفی را بر روی فسفوتین ایجاد می‌کند که امکان باند شدن فسفوتین با یون‌های کلسیم و آهن را فراهم می‌سازد (Taborsky, 1980). به همین دلیل ویتیلوژن مهم‌ترین حامل کلسیم و آهن به زرده تخم‌مرغ می‌باشد. (Lopez-Berijes et al, 1981). دفسفریلاسیون این باقیمانده‌های سرین بر روی فسفوتین مانع جذب ویتیلوژن به فولیکول‌ها می‌شود. (Millet et al, 1982). بنابراین از آنجائی که فسفریلاسیون باقیمانده‌های سرین در ویتیلوژن نیز برای باند شدن کلسیم و آهن و در نهایت ترکیب با گیرنده ۹۵ کیلو دالتونی ضروری می‌باشد. بنابراین به نظر می‌رسد نیکاربازین به عنوان یک فسفاتاز عمل کرده و منتهی به جلوگیری از اتصال ویتیلوژن به گیرنده‌های مربوطه می‌شود و در نتیجه میزان کلسیم و آهن تخم‌مرغ نیز کاهش می‌یابد. بنابراین با توجه به میزان کم کلسیم و آهن برای جنین، میزان جوجه درآوری نیز کاهش می‌یابد. همچنین این امکان وجود دارد که نیکاربازین به عنوان بلوکه کننده کانال کلسیمی عمل

کرده و با تخریب گرادیان یونی مورد نیاز برای تشکیل تخم مرغ بر رشد جنین و تولید تخم مرغ تاثیر منفی بگذارد. طيور تغذیه شده با ۴۰۰ ppm نیکاربازين در جیره ی غذایی، کاهش می دهد. کاهشی را در باند شدن کلسیم توسط پروتئين باند کننده کلسیم (CaBp) و هايپرکلسيمی خون نشان دادند (Bar and Hurwitz, 1971). این نتایج نشان می دهد که اگرچه وتیلوژن تولید می شود ولیکن نیکاربازين منجر به جلوگیری از باند شدن کلسیم می شود. چندین محقق گزارش کردند که تغذیه ۱۲۵ mg/kg نیکاربازين منجر به کاهش معنی دار تولید تخم مرغ می شود (Jones et al, 1957; Mcloughlin et al, 1990). این مطالعات نشان داد که در طيور تغذیه شده با سطح ۱۲۵ ppm پیک دی نیتروکاربانيليد (DNC) در پلاسما ۲/۹ mg/ml می باشد. این محققین عنوان کردند که حداقل سطح ۲/۹ mg/ml پلاسما جهت بروز اثرات منفی نیکاربازين ضروری می باشد. به نظر می رسد فعالیت نیکاربازين به عنوان یونوفر ممکن است در توضیح آسیب به غشاء وتیلوژن در طيور تغذیه شده با این ماده و در نتیجه تولید زرده های لکه دار موثر باشد. به عنوان یک یونوفر، نیکاربازين قادر به ورود به غشاء وتیلوژن می باشد که در نتیجه منجر به افزایش نفوذپذیری غشاء می شود، بنابراین نسبت ترکیبات موجود در زرده و سفیده تغییر می نماید. Cannigham در سال ۱۹۷۶ گزارش نمود که میزان چربی، پروتئين، Ca, P و Fe زرده در نتیجه تغذیه با NCZ کاهش یافته در حالی که میزان این ترکیبات در سفیده تخم مرغ افزایش می یابد. به علاوه میزان پروتئين اوآلبومين و کونالومين موجود در سفیده نیز کاهش می یابد، این نتایج تایید کننده مخلوط شدن زرده و سفیده می باشند. لایه داخلی غشاء وتيلين در تخمدان تشکیل می شود. در حالی که لایه خارجی در اینفاندیلوم تشکیل می شود. تغییرات دژنراتیو در غشاء وتيلين غالباً در لایه داخلی مشاهده می شود. این امر نشان می دهد یک عامل ناشی از NCZ در آلبومين بر غشاء وتيلين تاثیر می گذارد. Britton (۱۹۷۲) گزارش کرد که NCZ منجر به تسریع در فرآیند کهنگی تخم مرغ و در نتیجه بروز لکه در زرده می شود. کهنگی تخم مرغ ها سبب کاهش در مقاومت غشاء وتيلين شده که ناشی از کاهش ۲ پروتئين لایه خارجی غشاء وتيلين (Vmo<sub>1</sub>, Vmo<sub>2</sub>) و همچنین تخریب گلیکوپروتئين لایه داخلی غشاء وتيلين (GPII) می شود (kido et al, 1975; Back, 1984). نیکاربازين همچنین بر پیگمتاسيون پوسته ی تخم مرغ نیز تاثیر داشته و منجر به بی رنگی پوسته تخم مرغ های قهوه ای در طيور تغذیه شده با ۷۰-۵۰ ppm NCZ می گردد. (Sherwood, 1956). نیکاربازين بر متابوليسم پورفيرين در اريتروسیت ها و رحم تاثیر گذاشته و منجر به کاهش قابل ملاحظه ی محتوی پورفيرين رحمی و در نتیجه کاهش رنگ پوسته تخم مرغ از قهوه ای به سفید می شود. سفید شدن کامل پوسته قهوه ای رنگ پس از ۳ روز افزودن نیکاربازين در سطح ۱۲۵ mg در هر کیلوگرم جیره ی غذایی رخ می دهد. ولیکن ۷ روز پس از حذف این ترکیب از جیره ی غذایی طيور تخم گذار، پیگمتاسيون به سطح اولیه خود برمی گردد (Jones et al, 1990).

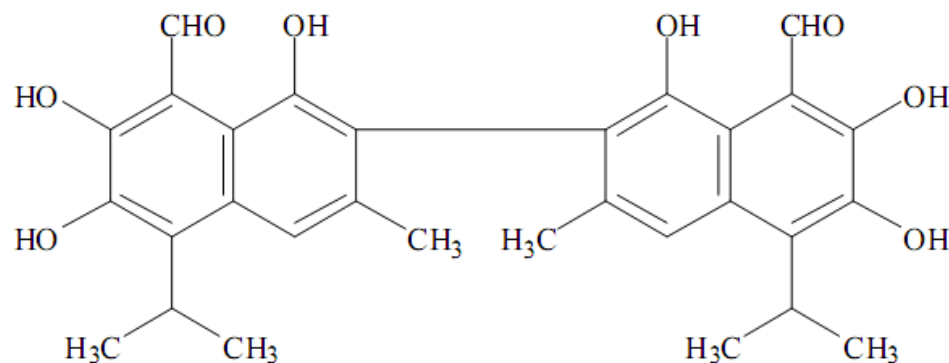
### گوسپول (Gossypol)

گوسپول یک رنگدانه زرد رنگ می باشد که حاوی ۲ حلقه نفتالین بوده که توسط یک باند یک گانه بهم متصل شده اند. با توجه به چرخش محدود حول پیوند بین حلقه ها، ۲ فرم انانتیومری از گوسپول وجود دارد. بنابراین گوسپول به صورت مخلوطی از انانتیومرهای + و - وجود دارد.



## ساختار گوسیپول

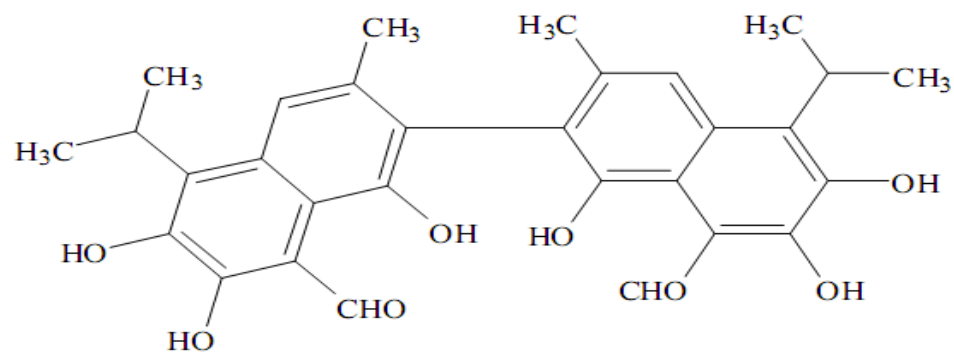
گوسیپول در مقادیر زیاد در کنجاله پنبه‌دانه وجود دارد. این ماده توسط اجسامی به نام غدد رنگدانه‌ای که اغلب در برگ، ساقه، ریشه و بذر گیاه کتان وجود دارد تولید می‌شود (Boatner, 1948). عملکرد اصلی گوسیپول در گیاه کتان، فعالیت این ماده به عنوان حشره کش می‌باشد (Beradi and Goldblatt, 1980). در زیر شمایی از ساختار گوسیپول نمایش داده شده است.



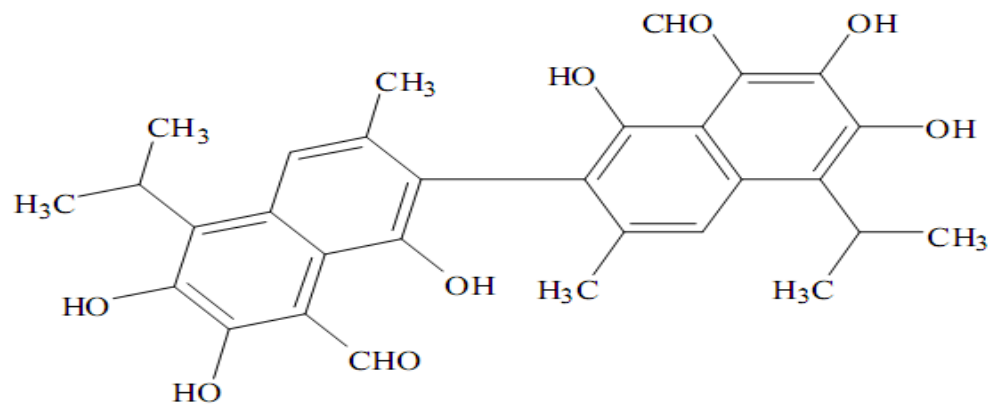
ساختار گوسیپول

سمیت گوسیپول در حیوانات بستگی به سویه حیوان، واریته کتان، سطح و طول دوره استفاده از این ماده دارد. در طیور تخم‌گذار، گوسیپول با آهن موجود در زرده تخم‌مرغ باند شده و تشکیل لکه‌های قهوه‌ای رنگ در سطح زرده را می‌دهد (Swensen et al, 1942). اگرچه آنانتیومرهای + و - گوسیپول توانایی اتصال با آهن را دارند ولیکن آنانتیومرهای + منجر به ایجاد لکه‌های قهوه‌ای بیشتری در زرده تخم‌مرغ می‌گردند که ممکن است به دلیل اتصال پایدارتر آنها با آهن موجود در زرده باشد. (Lordelo et al, 2007). به علاوه تجمع آنانتیومر + در کبد ۲ برابر بیشتر از آنانتیومر - می‌باشد که منجر به انتقال بیشتر این آنانتیومر به تخمک‌های در حال رشد می‌گردد. ساختار آنانتیومرهای مثبت و منفی گوسیپول نمایش داده شده است





**(+) Gossypol enantiomer**



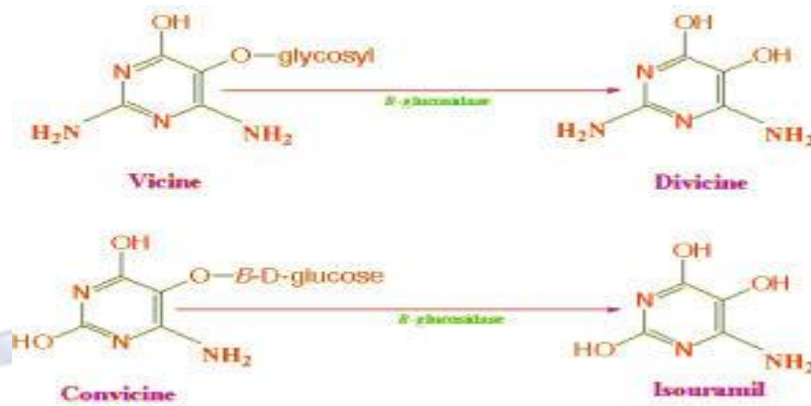
**(-) Gossypol enantiomer**

انانتیومرهای مثبت و منفی گوسپول

در طیور تخم‌گذار تغذیه شده با کنجاله پنبه‌دانه، زرده تخم‌مرغ حاوی مقادیر زیادی انانتیومرهای گوسیپول می‌باشد، در حالی که این ترکیب در آلبومین دیده نمی‌شود که نشان می‌دهد که گوسیپول زرده در ارتباط با لیپوپروتئین‌های با چگالی بسیار کم (VLDL) و یا پروتئین و تیلوژن می‌باشد که در کبد ساخته شده و سپس به تخمک‌های در حال توسعه انتقال می‌یابد. (Walzem et al, 1999). به علاوه تحقیقات نشان می‌دهد که تغذیه‌ی طیور تخم‌گذار با کنجاله‌ی پنبه دانه منجر به تولید تخم‌مرغ‌های کوچکتر می‌شود و کاهش اندازه تخم‌مرغ تنها زمانی رخ می‌دهد که انانتیومرهای + گوسیپول در جیره‌ی غذایی وجود داشته باشند، چرا که با تغذیه‌ی گوسیپول انرژی و اسیدهای آمینه مورد نیاز جهت تولید تخم‌مرغ تامین نمی‌شود. عدم تامین این مواد ناشی از مصرف کمتر مواد مغذی و همچنین تاثیر منفی گوسیپول بر هضم پروتئین می‌باشد. بطوری که گروه‌های کربونیل گوسیپول با گروه‌های آزاد آمین اسیدهای آمینه واکنش می‌دهد. بنابراین با ترکیب گوسیپول با گروه اپسیلیون آمین آزاد لیزین و همچنین مهار کردن آنزیم‌های گوارشی نظیر پپسینوژن، پپسین و تریپسین منجر به کاهش قابلیت هضم پروتئین می‌شود (Shama et al, 1978). با توجه به اینکه گوسیپول با آهن تشکیل کمپلکس می‌دهد، از این واکنش می‌توان به طور موثری در حذف سمیت گوسیپول استفاده نمود. فراهم نمودن نسبت ۱:۱ گوسیپول آزاد و آهن می‌توان اثرات مضر گوسیپول را کاهش داد. با توجه به اینکه اغلب واریته‌های کنجاله پنبه دانه حاوی ۰/۱ درصد گوسیپول آزاد هستند، با افزودن ۰/۵ کیلوگرم سولفات آهن در هر تن خوراک می‌توان سمومیت حاصل از آن را حذف نمود (Panigrahi and Morris , 1991).

#### گلیکوسیدهای همولتیک (ویسین - کونویسین)

ویسین و کونویسین، پیریمیدین  $\beta$ - گلوکوسید موجود در لوبیای فاوا، ماش، و سایر گونه‌های ویسیا می‌باشد که در اثر تخمیر میکروبی قسمت‌های پایینی دستگاه گوارش به ترتیب به آگلیکون‌های فعال دیویسین و ایزوآرامیل هیدرولیز می‌شوند. در زیر ویسین و کونویسین و آگلیکون‌های سمی حاصل از آنها نشان داده شده است.



ویسین و کونویسین و آگلیکون های سمی حاصل از آنها

Mudduuli و همکاران (۱۹۸۱) گزارش کردند که ویسین موجود در لوبیای فاوا، بر عملکرد تولید مثلی طیور تخم‌گذار و کیفیت تخم‌مرغ‌های تولیدی تاثیر می‌گذارد. در این مطالعه عنوان گردید که ویسین علاوه بر کاهش باروری و جوجه‌درآوری و همچنین کاهش تولید زرده تخم‌مرغ، منجر به کاهش اندازه‌ی زرده تخم‌مرغ نیز می‌گردد که این تاثیر ناشی از کاهش میزان پیش‌سازهای قابل دسترس برای سلول‌های گرانولوزا و آسیب به سلول‌های گرانولوزا و یا تخریب تخمک‌ها می‌باشد. با توجه به اینکه سلول‌های گرانولوزای زرده، در انتقال مقادیر زیادی از مواد پیش‌ساز (شامل پروتئین، چربی و...) مورد نیاز برای تشکیل زرده نقش دارند. بنابراین تخریب آنها منجر به کاهش اندازه‌ی زرده و در نتیجه کاهش اندازه‌ی تخم‌مرغ می‌شود. ویسین با مهار جذب کلسیم و فسفر از موکوس روده باریک طیور تخم‌گذار منجر به کاهش ضخامت پوسته تخم‌مرغ و افزایش احتمال شکستگی پوسته می‌گردد (Flaih et al, 1998). به علاوه نسبت وزن زرده به قطر زرده تخم‌مرغ با استفاده از جیره‌های حاوی گلوکوزیدهای همولتیک کاهش می‌یابد، در حالی که تعداد و اندازه‌ی لکه‌های خونی موجود در زرده افزایش می‌یابد. نسبت وزن به قطر زرده یکی از شاخص‌های کیفیت تخم‌مرغ می‌باشد که منعکس‌کننده استحکام غشاء زرده می‌باشد (Moran, 1936). این امکان وجود دارد که ویسین و کونویسین با تخریب و دناتوره کردن پروتئین‌ها و یا تغییر ساختار و ترکیب لیپیدها در غشاء زرده منجر به کاهش پایداری و مقاومت غشاء زرده شوند. به علاوه این امر ممکن است ناشی از افزایش پراکسیداسیون لیپیدها در تخم‌مرغ‌های حاصل از طیور تغذیه شده با این گلوکوسیدها باشد چرا که این ترکیبات منجر به کاهش ویتامین E می‌گردند که در نهایت منتهی به ایجاد لکه‌های خونی در سطح زرده می‌گردد. کاهش باروری و جوجه‌درآوری در طیور تغذیه شده با سطوح بالای گلوکوسیدهای سیانوژنیک نیز ناشی از تولید رادیکال‌های آزاد می‌باشد که منجر به مرگ جنین به ویژه در اواسط دوره انکوباسیون می‌شود (Flohe et al, 1971). Lessire و همکاران گزارش کردند که استفاده از لوبیای فاوا منجر به افزایش بروز لکه‌های خونی در زرده

تخم مرغ می‌گردد. در این مطالعه، طیور تخم‌گذار در ابتدای دوره تخم‌گذاری با استفاده از ۵ جیره‌ی غذایی شامل گروه کنترل (جیره‌ی بر پایه ذرت - کنجاله سویا) - گروه حاوی سطوح بالای ویسین و کونویسین (Marcel)، گروه حاوی سطوح پایین ویسین و کونویسین (Divine) و ۲ گروه با نسبت‌های مختلف Marcel و Divine تغذیه شدند. در این تحقیق Marcel حاوی ۷ برابر ویسین (۳۴۲۸ در برابر ۴۸۹) و ۱۲ برابر کونویسین (۲۴۲۸ در برابر ۲۰۹) در مقایسه با Divine بودند. نتایج این تحقیق در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: عملکرد طیور تخم‌گذار و کیفیت تخم مرغ

Divine	$\frac{2}{3}$ Divine $\frac{1}{3}$ Marcel	$\frac{1}{3}$ Divine $\frac{2}{3}$ Marcel	Marcel	پایه	جیره های آزمایشی
۹۶/۸۹	۹۷/۷۴	۹۶/۲۵	۹۷/۱۶	۹۶/۹۲	نرخ تخم گذاری
۱۳۵/۶	۱۳۶/۶	۱۳۴/۷	۱۳۵/۰	۱۳۵/۷	تعداد تخم مرغ
a ۵۷/۹۵	b ۵۶/۳۰	b ۵۶/۳۴	c ۵۴/۳۴	b ۵۶/۶۲	میانگین وزن تخم مرغ
a ۸۳۸۲	b ۸۱۹۷	b ۸۱۴۸	c ۷۸۶۸	b ۸۱۸۳	توده‌ی تخم مرغ
۱/۹۲۰	۱/۹۳۰	۱/۹۱۱	۱/۹۲۷	۱/۸۷۳	ضریب تبدیل غذایی
bc ۸۲/۱	b ۸۳/۹	a ۸۶/۶	ab ۸۶/۳	c ۸۰/۶	واحد هاو
a ۲/۰۶۳	b ۱/۹۳۶	b ۱/۹۱۷	b ۱/۸۹۴	ab ۱/۹۷۹	تعداد لکه های خونی
b ۳۷/۸۷	b ۳۷/۷۴	a ۳۹/۵۳	ab ۳۸/۴۵	b ۳۷/۱۴	پوسته تخم مرغ

#### اسیدهای چرب سیکلوپروپانوئید

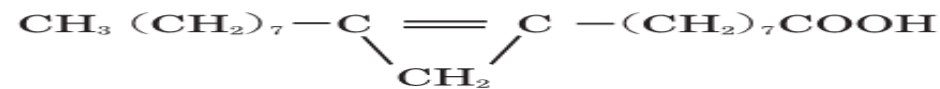
این ترکیبات، اسیدهای چرب محتوی حلقه سیکلوپروپین می باشند که اولین بار از روغن *sterculia foetida* جدا شدند و شامل ۲ اسید چرب اسید استرکولیک و اسید مالوالیک می باشند. ساختار مالوالیک و استر کولیک در زیر نشان داده شده است.



### Malvalic acid

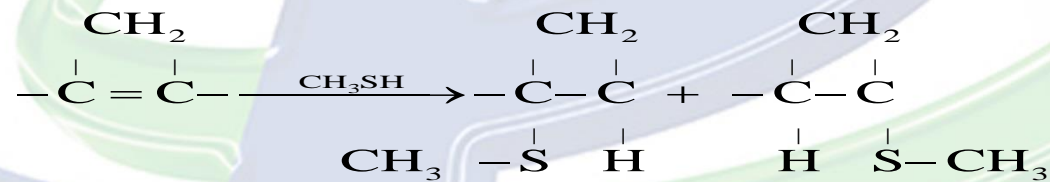


### Sterculic acid



ساختار شیمیایی اسیدهای چرب سیکلوپروپانوئید

حلقه سیکلوپروپین به شدت فعال بوده و به سرعت با گروه تیول و دیگر ترکیبات سولفور واکنش می‌دهد. در زیر واکنش انجام شده به تصویر کشیده شده است.



اسیدهای چرب سیکلوپروپانوئید، یکی از ترکیبات سمی موجود در بذر برخی گیاهان می‌باشند که در سطوح بالا در گیاه پنبه‌دانه نیز وجود دارند. این ترکیبات پس از فرایند استخراج روغن در کنجاله پنبه دانه یافت می‌شوند و سطح آنها بسته به میزان روغن استخراجی در حدود ۰/۰۱ درصد کنجاله می‌باشد. محتوی اسید استئاریک موجود در چربی زرده تخم‌مرغ حاصل از طیور تغذیه شده با اسیدهای سیکلوپروپانوئید افزایش یافته، در حالی که میزان اسید اولئیک کاهش می‌یابد (Evans et al, 1963). این تغییرات اغلب در ارتباط با بخش تری گلیسیرید بوده و تنها تاثیر اندکی بر بخش فسفولیپیدی دارد (Evans et al, 1961). این تغییر ناشی از سنتز گلیسیریدهایی با نقطه ذوب بالاتر در بدن می‌باشد. یکی دیگر از اثرات تغذیه طیور تخم‌گذار با جیره‌ی حاوی سیکلوپروپانوئیدها، تغییر رنگ سفیده تخم‌مرغ به رنگ صورتی در زمان نگهداری تخم‌مرغ می‌باشد. میزان این ناهنجاری با افزایش زمان و درجه حرارت نگهداری بیشتر می‌شود (Deutschman et al, 1964). به نظر می‌رسد تغییر رنگ سفیده تخم‌مرغ در نتیجه تشکیل کمپلکس پروتئین -

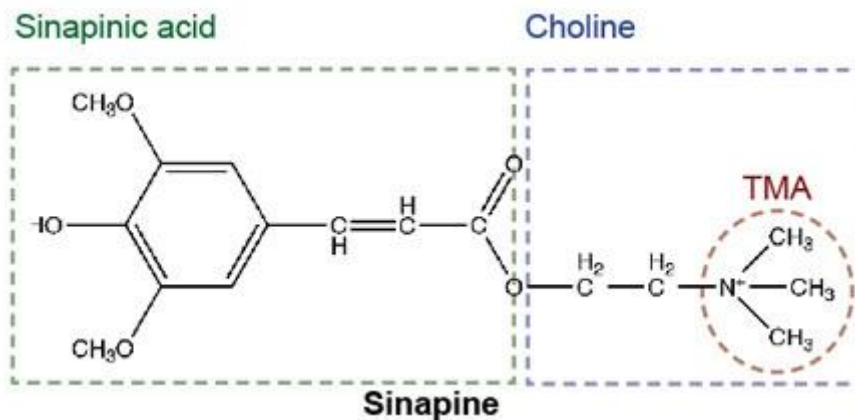
آهن باشد که ناشی از انتشار آهن از غشاء وتیلین و ترکیب آن با کونالومین می باشد (Azari and Feeey, 1961). ایجاد زرده صورتی رنگ، با تغییر رنگ زرده تخم مرغ همراه است که طی آن زرده به قهوه ای - نارنجی یا زرد پر رنگ تبدیل می شود. احتمالاً این فرایند به دلیل مهاجرت پروتئین های سفیده تخم مرغ یعنی اوآلبومین، کونالومین و لیزوزیم به زرده تخم مرغ و اضافه شدن رنگ آهن - کونالومین به رنگدانه های کاروتنوئیدی زرده می باشد (Kemmerer et al , 1961). به علاوه لیپوپروتئین Liventin نیز از زرده به سفیده مهاجرت می نماید. انتقال آهن و پروتئین ها از طریق غشاء وتیلین همراه با انتقال آب از سفیده به زرده و در نتیجه تغییر در تعادل pH سفیده و زرده همراه می باشد. در نتیجه به علت افزایش pH زرده، میزان نفوذپذیری وتیلین افزایش می یابد. Vickery و Shenstone در سال ۱۹۵۹ گزارش نمودند که اسیدهای سیکلومر پروپانوئید در زرده ممکن است یک تاثیر فعال کنندگی سطحی را نشان دهند که مسئول انتقال مواد از طریق غشاء وتیلین می باشد و kircher (۱۹۶۴) نیز عنوان کرد که واکنش سیکلوپروپین با گروه های سولفیدریل پروتئین ها که با لیپیدها نیز ارتباط نزدیکی دارند منجر به ایجاد فعالیت فیزیولوژیکی این ترکیبات می شود. علاوه بر انتقال پروتئین های موجود در سفیده (شامل لیزوزیم ، اوآلبومین و کونالومین) به زرده سیکلو پروپین ها منجر به انتقال ترکیبات نیتروژنی غیرپروتئینی به ویژه اسیدهای آمینه از زرده به سفیده می شوند. برای مثال، غلظت اسید گلوتامیک در سفیده در تخم مرغ های حاوی سیکلوپروپین ۸ برابر بیشتر از سفیده تخم مرغ طبیعی می باشد (Shenstone and vckery , 1951).

#### مکانیسم عمل اسیدهای چرب سیکلوپروپانوئید بر تخم مرغ

Vickery و Shenstone در سال ۱۹۵۹ گزارش نمودند که دریافت سیکلوپروپین ها منجر به افزایش غلظت آهن موجود در سفیده به بالاتر از ۷ میکرو گرم در هر گرم در مقایسه با میزان ۰/۲ میکروگرم بر گرم در تخم مرغ های عادی می شود. به نظر می رسد که سیکلوپروپین ها تاثیر خود را از طریق تغییر در ساختار زرده تخم مرغ و در مرز لایه های درونی زرده نشان می دهند و ثابت شده است که این ترکیبات با مقادیر قابل توجهی از لیپیدهای زرده باند می شوند. یکی از راه های تغییر نفوذپذیری غشاء زرده افزایش ذخیره اسیداستتاریک در مقایسه با اسیداولئیک می باشد که به همراه ترکیب سیکلوپروپین با گروه سولفیدریل پروتئین ها منجر به تغییر ساختار غشاء و در نهایت افزایش نفوذپذیری آن می شود (Shenstone and vickery , 1959).

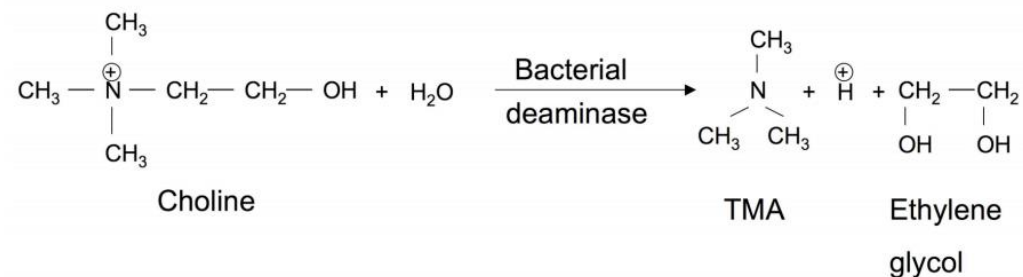
#### سیناپین

سیناپین یک استرکولین و ۴- هیدروکسی ۳ و ۵ دی متوکسی سینامیک اسید می باشد که با نام اسید سیناپیک نیز شناخته می شود. این ترکیب در کنجاله کانولا، بذر منداب، بذر خردل سیاه یافت می شود (Lacki and Duvnjak , 1996). سیناپین در قسمت خلفی دستگاه گوارش توسط باکتری های داخلی روده تجزیه و هیدرولیز شده و به کولین و اسید سیناپیک تبدیل می شود (Qiac and Classen , 2003).



ساختار سیناپین

افزایش سطح سیناپین جیره ای منجر به افزایش محتوی تری متیل آمین در تخم مرغ های تولید شده توسط طیور تخم گذار تغذیه شده با این ماده می شود، به علاوه هرچه میزان سیناپین موجود در جیره ای غذایی افزایش یابد مدت زمان سپری شده جهت ایجاد حداکثر سطح تری متیل آمین در تخم مرغ کاهش می یابد (Goh et al, 1979). تولید تری متیل آمین توسط باکتری های روده ای و با استفاده از دامیناز باکتریایی ایجاد می شود. وجود تری متیل آمین در تخم مرغ منجر به ایجاد تخم مرغ های با بوی ماهی به ویژه در مرغ های تخم گذار قهوه ای می شود (Hobson et al, 1975).



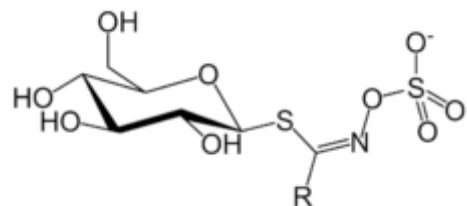
### تولید تری متیل آمین از کولین

فرم غالب کولین برای تشکیل تری متیل آمین در کنجاله کانولا و یا بذر منداب، سیناپین می باشد. باکتری های روده ای ابتدا بایستی باند استر بین کولین و اسید سیناپیک را قبل از اینکه کولین جذب شود، هیدرولیز نمایند (Goh et al, 1979). هیدرولیز در قسمت انتهایی دستگاه گوارش رخ می دهد (Qiac and Classen , 2003) و به نظر می رسد که این تاخیر در جذب کولین منجر به قابل دسترس ساختن کولین حاصله از سیناپین برای تشکیل تری متیل آمین می شود (Goh et al, 1979). بوی ماهی در تخم مرغ در ارتباط با افزایش سطح تری متیل آمین (TMA) به ویژه در زرده تخم مرغ می باشد. جیره ی غذایی هم با افزایش سطح TMA جیره ای و هم با ایجاد پیش سازها برای تشکیل TMA توسط میکروفلورای دستگاه گوارش و یا تولید مهارکننده های تری متیل آمین اکسیداز درون زادی منجر به ایجاد این مشکل در تخم مرغ ها می شوند. بتائین، کولین و سیناپین از عوامل تغذیه ای موثر برای تشکیل تری متیل آمین باکتریایی می باشند (Goh et al, 1979). به علاوه طیور تخم گذار قهوه ای دارای فعالیت پایین تر متیل آمین اکسیداز درون زاد می باشند که در نهایت منجر به ذخیره مقادیر بالای این ماده در تخم مرغ و ایجاد بوی نامطبوع آن می شود. آنزیم FMO<sub>3</sub>، آنزیم مسئول برای اکسیداسیون TMA به TMAO می باشد، اکسیداسیون TMA و سایر سوبسترهای نوکلوتیک توسط FMO<sub>3</sub> باعث تبدیل شدن آنها به محصولات قطبی شده که در نهایت امکان حذف آنها از چرخه توسط سیستم کلیوی را فراهم می کند (Cashman et al, 2000). آنزیم FMO<sub>3</sub> در چندین بافت طیور وجود دارد، ولیکن بالاترین غلظت آن در کبد یافت می شود (Honkatukia et al, 2005). Honkatukia و همکاران در سال ۲۰۰۵ گزارش کردند که در چندین سویه از طیور تخم گذار قهوه ای FMO<sub>3</sub> دچار جهش شده است. طبعی با این جهش، در اکسید کردن سوبسترای تری متیل آمین دارای بوی نامطبوع به TMAO فاقد بو ناتوان می باشند. بنابراین TMA انباشته شده و در فولیکول های در حال توسعه ذخیره می شود و منجر به ایجاد بوی نامطبوع در تخم مرغ می شود. افزودن آنتی بیوتیک هایی نظیر نئومایسین و تتراسایکلین به جیره غذایی منجر به کاهش تولید تخم مرغ هایی با بوی ماهی می شود. این نتایج نشان می دهد که باکتری های گرم مثبت دستگاه گوارش در تولید TMA نقش دارند (Zentek and Kamphues , 2002).



## گلوکوسینولات

گلوکوسینولات که با نام تیوگلوکوسید (Thioglucosides) نیز شناخته می‌شود از رده‌های ترکیبات آلی می‌باشد که حاوی سولفور و نیتروژن بوده و از گلوکز و یک اسیدآمین مشتق می‌شود. هر گلوکوسینولات حاوی یک اتم کربن مرکزی بوده که از طریق گروه سولفور به یک گروه تیوگلوکز و از طریق اتم نیتروژن به گروه سولفات متصل شده است.



ساختار گلوکوسینولات

گلوکوسینولات یکی از فاکتورهای ضد تغذیه‌ای است که در کنجاله کانولا و همچنین بذر منداب در مقادیر کمتر از ۳۰ میلی‌مول در هر گرم یافت می‌شود (Hickling, 2001). مهم‌ترین گلوکوسینولات موجود در کنجاله کانولا و بذر منداب پروگوئترین (Progoitrin) نامیده می‌شود چرا که توسط آنزیم مایروزیناز (myrosinase) به گوئترین تبدیل می‌شود (Bell and Belzik, 1965). مایروزیناز منجر به شکستن گلوکوسینولات و تبدیل آن به ایزوتیوسیانات (به ویژه ۳- بوتیل و ۴ پنتیل ایزوتیوسیانات) و همچنین بی‌سولفات و گلوکز می‌شود (Bell and 1965). مایروزیناز و گلوکوسینولات در بخش‌های مختلف بذرها قرار گرفته‌اند ولیکن در زمان فراوری بذرها می‌توانند با هم ترکیب شوند. مایروزیناز همچنین توسط باکتری‌های دستگاه گوارش نیز تولید می‌شود (Oginsky et al, 1965).

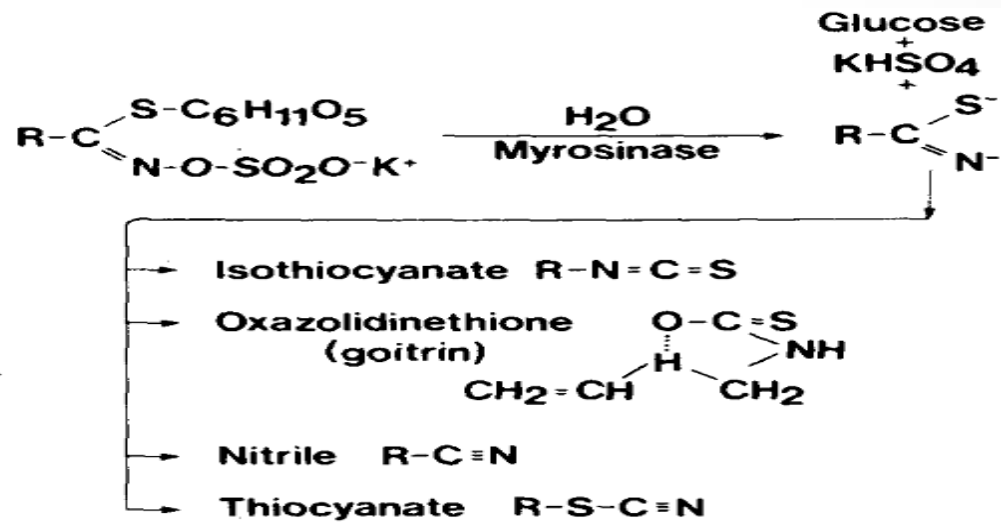
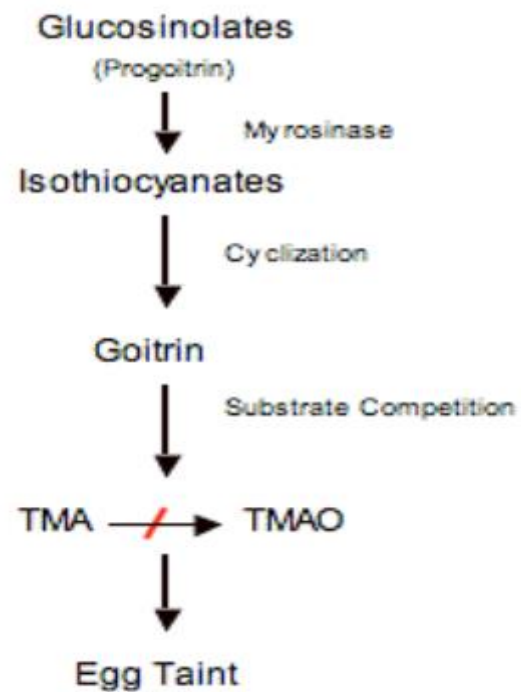


Figure 1. Autolysis products of glucosinolates in rapeseed meal.

تأثیر میروزیناز بر گلوکوسینولات

گوثرین منجر به مهار اکسیداسیون TMA به TMAO می شود (Goh et al , 1985). Pearson و همکاران (۱۹۸۳) گزارش کردند که کنجالی منداب دارای سطوح پایین گلوکوسینولات، منجر به کاهش فعالیت بیولوژیکی تری متیل آمین اکسیداز کبدی به میزان ۳۴ درصد می شود ولیکن واریته های دارای سطوح بالای گلوکوسینولات فعالیت این آنزیم را به میزان ۷۷٪ کاهش می دهند. گوثرین بوسیله رقابت با TMA برای جایگاه فعال آنزیم FMO<sub>3</sub> منجر به کاهش اکسیداسیون تری متیل آمین می شود. (Fenwick et al, 1981).



ایجاد بوی نامطبوی در تخم مرغ در نتیجه گلوکوسینولات

علاوه بر ذخیره تری متیل آمین در تخم مرغ، ایزوتیوسیانات به علت طبیعت و خاصیت الکتروفیلیک، با ترکیبات نوکلئوفیلیک در pH فیزیولوژیک واکنش می دهد. Kawaki-shi و همکاران (۱۹۸۲) گزارش کردند که ایزوتیوسیانات با پروتئین ها واکنش می دهد، به علاوه ایزوتیوسیانات (ITC) می تواند با گروه اپسیلون آمین لیزین و گروه فنولی باقیمانده تیروزین واکنش داده، بنابراین منجر به کاهش کیفیت پروتئین سفیده تخم مرغ می گردد. همچنین March و Leung (۱۹۷۶) گزارش کردند که استفاده از مقادیر بالای گلوکوسینولات در جیره غذایی طیور، منجر

به بزرگ شدن غده تیروئید جوجه‌های تفریخ شده از تخم‌مرغ‌های حاصل از این طیور می‌شود. این محققان این عارضه را به محتوی پایین ید موجود در تخم‌مرغ مرتبط دانستند چرا که تجزیه گلوکوسینولات و تولید محصولات گواترزا، منجر به کاهش غلظت ید موجود در جریان خون مادری می‌شود.

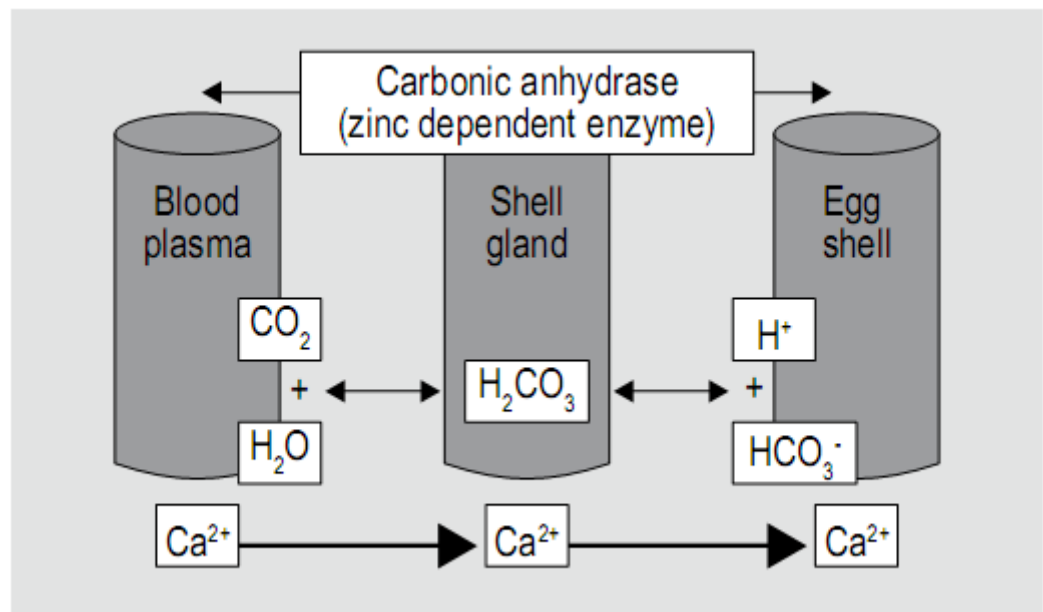
#### سایر فاکتورهای موثر بر ایجاد بوی نامطبوع در تخم‌مرغ

برخی ترکیبات فنولیک دیگر نظیر تانن نیز می‌تواند منجر به ایجاد تخم‌مرغ‌هایی با بوی ماهی (نامطبوع) شود. تانن نیز کمپلکس تانن - تری متیل آمین اکسیداز تشکیل می‌دهد. بنابراین مانع تبدیل TMA به محصولات فاقد بو و محلول در آب TMA اکسید می‌شود. تانن‌ها توسط مکانیسم باند شدن با گروه‌های هیدروژن و یا توسط مکانیسم اکسیداسیون به کینون با گروه‌های فعال آنزیم تری متیل آمین اکسیداز باند می‌شوند و این آنزیم را غیر فعال می‌سازند. بطور کلی تولید تخم‌مرغ‌های با بوی نامطبوع در غلظت‌های کمتر از ۱ میلی‌گرم تری متیل آمین در هر گرم تخم‌مرغ ایجاد می‌گردد (Butler et al, 1982).

#### آفلاتوکسین

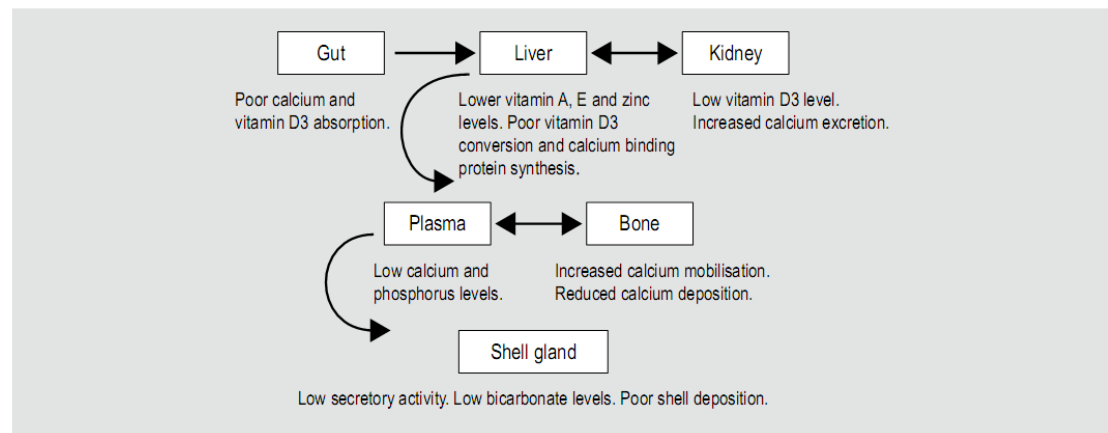
مایکوتوکسین‌ها، متابولیت‌های ثانویه تولید شده توسط قارچ‌ها می‌باشند که بصورت طبیعی در غلات و دیگر بذرها رشد می‌کنند. از میان آنها آفلاتوکسین گسترده‌ترین گروه مایکوتوکسین‌ها می‌باشد که توسط گونه‌های آسپرژیلوس فلاووس، آسپرژیلوس پارازیتیکوس و آسپرژیلوس نامینوس تولید می‌شود (Kurtzman et al, 1987). مایکوتوکسین‌ها دارای اثرات نامطلوبی بر کیفیت و کمیت تخم‌مرغ تولیدی می‌باشد. از مهم‌ترین اثرات منفی مایکوتوکسین‌ها افزایش شکنندگی پوسته تخم‌مرغ و کاهش کیفیت پوسته می‌باشد. آفلاتوکسین B1 و سیکلوپیازونیک اسید (Cyclopazonic acid) مهم‌ترین مایکوتوکسین‌های موثر بر کیفیت پوسته می‌باشند، بطوری که آفلاتوکسین B1 در سطح ۲/۵ mg/kg منجر به کاهش وزن پوسته تخم‌مرغ می‌شود. آفلاتوکسین‌ها با کاهش محتوی کلسیم و فسفر در گردش خون طیور و کاهش محتوی کلسیم پوسته بر کاهش وزن و استحکام پوسته تاثیر دارند. به علاوه آفلاتوکسین B1 منجر به بروز جراحات کبدی و در نتیجه کاهش سطح روی در کبد می‌شود. از آنجائی که روی عنصر مورد نیاز جهت آنزیم کربنیک اینهیدراز می‌باشد، بنابراین کمبود این عنصر باعث کاهش غلظت نمکهای بی‌کربنات مورد نیاز برای تشکیل پوسته می‌شود. (Joose, 1983).





مکانیسم فعالیت آنزیم کربنیک اینهیدراز

همچنین وجود آفلاتوکسین B1 در جیره غذایی منجر به تخلیه ویتامین D کبدی در طیور، کاهش نرخ جریان کلیوی، ترشح سدیم و پتاسیم و افزایش ترشح کلسیم می‌شود، در نتیجه میزان کلسیم پلاسما به شدت کاهش یافته ولیکن با توجه به تغییر سطح ویتامین D، میزان سنتز هورمون پاراتورمون درون زاد نیز کاهش می‌یابد که در نهایت منجر به کاهش ذخیره کلسیم مورد نیاز برای تولید پوسته می‌شود (Glahn et al, 1991).



### اثرات متابولیکی مایکوتوکسین‌ها بر کاهش ضخامت و استحکام پوسته تخم مرغ

علاوه بر تأثیر منفی مایکوتوکسین‌ها بر کیفیت پوسته، این ترکیبات منجر به کاهش تولید تخم‌مرغ و کاهش اندازه زرده می‌شود. که ناشی از دخالت بر متابولیسم پروتئین‌ها و لیپیدها در کبد می‌باشد. بطوری که آفلاتوکسین موجب ذخیره چربی در کبد و در نتیجه اختلال در انتقال چربی به فولیکول‌های در حال توسعه می‌شود. با توجه به اینکه پروتئین و لیپید ترکیبات اصلی زرده تخم‌مرغ می‌باشد، بنابراین مایکوتوکسین‌ها منجر به کاهش اندازه زرده می‌شوند (Vieira, 1995). رنگ زرده نیز در تخم‌مرغ‌های حاصل از طیور تغذیه شده با آفلاتوکسین‌ها پررنگ‌تر می‌باشد. Huff و همکاران (۱۹۷۵) با استفاده از جیره‌های حاوی ۱۰ میکروگرم آفلاتوکسین B1 در هر کیلوگرم غذا، زرده‌های پررنگ‌تری را گزارش کردند. رنگ زرده مرتبط با دخالت آفلاتوکسین در متابولیسم لیپید (Vieira, ۱۹۹۵) و ذخیره کاروتنوئیدها در زرده می‌باشد. همچنین کاهش اندازه‌ی زرده تخم‌مرغ‌ها در نتیجه وجود آفلاتوکسین نیز احتمالاً منجر به تغلیظ کاروتنوئیدها در زرده و در نهایت پررنگ‌تر شدن زرده تخم‌مرغ می‌گردد (Siloto et al, 2011). در زمان وجود مایکوتوکسین‌ها در جیره غذایی، اندازه‌ی سفیده تخم‌مرغ افزایش یافته، بنابراین وزن و اندازه تخم‌مرغ حتی با کاهش اندازه زرده تغییر نمی‌کند (Siloto et al, 2011). بنابراین کنترل آنها در جیره‌ی مرغ‌ان تخم‌گذار می‌توان کمک بسیاری به کمیت و کیفیت تولید تخم‌مرغ داشته باشد.

حمیدرضا همتی متین

بخش علمی شرکت پیشگامان سپند گستر