فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲، ص ۲۰-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

عنوان مقاله: نعیین میزان آفلاتوکسین B1 در مواردی از خوراک دام گاوداری‌های شیری شهرستان تربت‌حیدریه
دوره ۷/ شماره ۲ / تابستان ۱۴۰۲/ ص ۲۰- ۱

تعیین میزان آفلاتوکسین B1 در مواردی از خوراک دام گاوداری‌های شیری شهرستان تربت‌حیدریه

هادی حسن نیا۱ و محسن وظیفه دوست۲

۱دانشجوی دکتری رشته زیست فناوری مواد غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران(نویسنده مسوول)
hadi.hasannia2020@gmail.com
۲گروه علوم و صنایع غذایی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران
m.vazifedoost@iau-neyshabur.ac.ir

چکیده

آفلاتوکسین‌ها سموم طبیعی هستند که انواع گوناگونی از غذای انسان و خوراک دام را آلوده می‌کنند و منجر به تهدید سلامت انسان و دام می‌شوند. این مواد به عنوان یکی از بارزترین آلوده کننده‌های مواد غذایی که بهداشت عمومی، امنیت غذایی و اقتصاد ملی بسیاری از کشورها به ویژه کشورهای در حال توسعه را تحت تأثیر قرار می‌دهند مورد بررسی قرار می‌گیرند. بنابراین هدف این تحقیق، تعیین میزان آفلاتوکسین B1 در مواردی از خوراک دام گاوداری‌های شیری شهرستان تربت‌حیدریه می‌باشد. برای این منظور، خوراک دام ۵ گاوداری شیری اطراف شهر تربت-حیدریه از آبان ماه ۱۳۹۷ تا مرداد ماه ۱۳۹۸ انتخاب و بررسی گردید. آفلاتوکسین موجود در خوراک‌های (سیلو ذرت، کنسانتره، خوراک آماده و کاه) گاوهای شیری به روش الایزا اندازه‌گیری شد.یافته‌ها نشان داد میانگین آلودگی اقلام خوراکی در فصل پاییز ۲۴/۵۹ میکروگرم در کیلوگرم، در فصل زمستان۴۸/۴۲ میکروگرم در کیلوگرم، در فصل بهار ۲۸/۶۷ میکروگرم در کیلوگرم و در فصل تابستان ۲۱/۷۱ میکروگرم در کیلوگرم به دست آمد. بیشترین میزان آلودگی آفلاتوکسین B1 بین سه جز خوراک بررسی شده، مربوط به نمونه‌های خوراک آماده با میانگین ۴۳/۱ میکروگرم در کیلوگرم و کمترین میزان آلودگی آن مربوط به کاه نمونه‌های با میانگین ۶/۳۸ میکروگرم در کیلوگرم بود .نتایج مشخص کرد که در فصل بهار و تابستان مقدار آفلاتوکسین B1 پایین می‌آید. میزان آلودگی خوراک‌های دام در فصول پاییز و زمستان بیشتر از سایر فصول می‌باشد که این خود می‌تواند به علت عدم در دسترس بودن علوفه تازه و هم‌چنین استفاده از علوفه انبار شده و عدم رعایت شرایط نگهداری مناسب در انبارها باشد و متأسفانه به دلیل انبارداری نامناسب، عدم دسترسی به علوفه تازه به اندازه کافی، شرایط بد بازیافت و عدم نگه‌داری صحیح نان‌های خشک در هر زمانی ایجاد آلودگی می‌کند.

کلمات کلیدی: آفلاتوکسینB1، خوراک دام، گاوداری شیری، شهرستان تربت‌حیدریه.

مقدمه

آفلاتوکسین‌ها، متابولیت‌های سمی تولید شده توسط برخی از گونه‌های قارچ می‌باشند (پورچیس[1]۲۰۰۷: ۱۹۷). از مهمترین فاکتورهای مؤثر در هجوم قارچ و تولید توکسین استرس حرارتی بالا، استرس رطوبتی و آسیب وارد شده به محصولات توسط حشرات می‌باشد(جاکوبسون و همکاران[2] ۱۹۹۳). از جمله مهمترین مایکوتوکسین‌ها، آفلاتوکسین‌ها می‌باشند که دارای سمیت متنوع و اثرات نامطلوبی همچون سرطان‌زایی، ناقص الخلقه‌زایی و موتاژنی در مصرف کننده می باشند. آفلاتوکسین‌ها در اثر رشد قارچ‌های مختلفی از جمله گونه‌هایی از جنس آسپرژیلوس" بر روی مواد غذایی مصرفی تولید شده و قادرند در بدن متابولیزه گشته و به شیر راه یابند. غلظت‌های پایین آفلاتوکسین‌ها در حیوانات سبب آسیب کبدی، کاهش تولید شیر، کاهش فعالیت‌های تولید مثلی و تضعیف ایمنی می‌گردد و در مسمومیت حاد اختلال در عملکرد دستگاه گوارش، کاهش دریافت غذا و بازده، کاهش وزن، زردی، کاهش تولید شیر، علائم عصبی، خونریزی و مرگ دیده می‌شود (علامه و رزاقی ابیانه، ۱۳۸۰). آفلاتوکسین‌ها سموم طبیعی هستند که انواع گوناگونی از غذای انسان و خوراک دام را آلوده می‌کنند و منجر به تهدید سلامت انسان و دام می‌شوند. مایکوتوکسین‌ها به عنوان یکی از بارزترین آلودکننده‌های مواد غذایی که بهداشت عمومی، امنیت غذایی و اقتصاد ملی بسیاری از کشورها به ویژه کشورهای در حال توسعه را تحت تأثیر قرار می‌دهند مورد بررسی قرار می‌گیرند. از میان مایکوتوکسین‌ها، آفلاتوکسین‌ها به واسطه گستردگی فراوان در طیف وسیعی از غذاها و خاصیت بالقوه سرطان زائی در انسان، بیشترین توجه را به سوی خود جلب نموده‌اند. آفلاتوکسین‌ها متابولیت‌های ثانویه شدیدا" سمی، سرطان زا، تراتوژن، جهش زا، تضعیف کننده سیستم ایمنی و هپاتوتوکسیک در انسان و حیوانات بوده که عمدتا" توسط قارچ‌های آسپرژیلوس فلاووس، آسپرژیلوس پارازیتیکوس و آسپرژیلوس نومیوس به دنبال رشد روی اقلام غذایی تولید می‌شوند. این سموم در مواد خوراکی قبل از برداشت، در انبار و یا بعد از فرایند در کارخانجات در شرایط مطلوب درجه حرارت و رطوبت تولید می‌شوند.آفلاتوکسین‌های B_1 , B_2 , G_1 , G_2 توسط آژانس بین المللی تحقیق روی سرطان (IARC)[3]در گروه 1 عوامل سرطان زا طبقه بندی شده‌اند که در این میان آفلاتوکسین B_1 بیش‌ترین سمیت و سرطان زائی را داراست. دام‌هایی که از خوراک آلوده به آفلاتوکسین B_1 تغذیه می‌کنند مشتق هیدروکسی آن یعنی آفلاتوکسین M_1 را در شیر دفع می‌کنند. آفلاتوکسین B_1 می‌تواند به پروتئین‌ها مثل کازئین متصل شود، بنابراین می‌تواند در محصولات لبنی وجود داشته باشد.

در مورد حداکثر مقدار مجاز آفلاتوکسین B_1 و M_1 در کشورهای مختلف قوانین متنوعی وجود دارد، اما به طور معمول حداکثر مقدار مجاز آفلاتوکسین B_1 را در خوراک دام ۲۰-۱۰ میکروگرم در کیلوگرم و حداکثر مقدار مجاز آفلاتوکسین M_1 را در شیر ۰/۵ میکروگرم در کیلوگرم، در نظر می‌گیرند. روش‌های مختلفی جهت اندازه گیری مقدار آفلاتوکسین‌ها در خوراک دام و مواد غذایی وجود دارد، از جمله HPLC[4]،TLC[5]و ELISA[6] . در این میان الایزا با توجه به امکانات موجود، دقیق، سریع و حساس بودن آن جهت اندازه گیری میزان آفلاتوکسین در خوراک دام کاربرد بیشتری می‌یابد. کنترل و ارزیابی آفلاتوکسین‌ها در خوراک دام و مواد غذایی و مقایسه آن‌ها با حدود مجاز و استانداردها به منظور ارائه راه کارها و اقدامات جهت حذف یا کاهش این سموم در خوراک و مواد غذایی و تأمین امنیت غذایی، بهداشت و سلامت عمومی و اقتصاد ملی امری ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین این تحقیق با هدف، تعیین میزان آفلاتوکسین B1 در مواردی از خوراک دام (ذرت سیلو شده، کنسانتره، خوراک ماده وگاه)گاوداری‌های شیری شهرستان تربت‌حیدریه با روش الایزا انجام گرفت.

---

[1] Purchase
[2] Jacobsen et al
[3] International Agency for Research on Cancer
[4] High Performance Liquid Chromatography
[5] Thin Layer Chromatography
[6] Enzyme Linked Immunoabsorbent Assay

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲، ص ۲۰-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

مبانی نظری

از آنجا که هدف این مطالعه، بررسی آفلاتوکسین‌ها به عنوان سموم طبیعی است که انواع گوناگونی از غـذای انسـان و خـوراک دام را آلوده می‌کنند و منجر به تهدید سلامت انسان و دام می‌شوند. آفلاتوکسین‌ها متابولیت‌های ثانویه‌ی قارچی می‌باشند کـه بـه وفـور در مواد خوراکی و غذای دام یافت می‌شوند(ویلد[7] ۲۰۰۲). لغت آفلاتوکسـین از سـه بخـش تشـکیل شـده اسـت: A مربـوط بـه جـنس آسپرژیلوس و Fla مربوط به سویه‌فلاووس و Toxin به‌معنی سم (بکردری[8] ۲۰۱۲). ایـن سـموم در دهـه‌ی ۱۹۶۰ و بعـد از طغیـان بیماری Turkey X در انگلستان کشف شدند. این واقعه منجر به مرگ بیش از ۱۰۰ هزار بوقلمـون جـوان، ۲۰ هـزار جوجـه اردک، قرقاول و کبک شد. علت این واقعه مصرف بادام زمینی‌های برزیلی آلوده به مقدار زیادی آسپرژیلوس فلاووس بوده است. بعد از آنـالیز این موادغذایی مشخص شد که یک سری ترکیبات فلورسنت مسئول این واقعه بوده‌اند. در سال ۱۹۶۲ نام آفلاتوکسین بـر ایـن مـواد سمی مشتق شده از قارچ آسپرژیلوس فلاووس گذاشته شد (اگاگ[9] ۲۰۰۴). در ابتدا ۲ نوع ترکیب سمی بـه وسـیله‌ی کروماتوگرافی لایه نازک[10]شناسایی شد که آفلاتوکسین B_1 و آفلاتوکسین G_1 نامیده شدند (بـر اسـاس رنـگ آبـی و سـبز فلورسنسـی کـه هنگـام تابیدن اشعه فرابنفش بر آن‌ها از خود ساطع می‌کنند (اگاگ، ۲۰۰۴). در سال ۱۹۶۳ به وسیله‌ی برخی از محققان طبیعت فیزیکـی و شیمیایی آفلاتوکسین، B_2، B_1 و G_2، G_1 مشخص شـدند. بـه‌طـور شـیمیایی آفلاتوکسـین‌هـا دی‌فورانـو دی‌فـورو کومـارولاکتون (مشتق‌های دی‌فوروکومارین) هستند. ساختار آن‌ها شامل یک حلقه‌ی بی‌فوران ترکیب شده با یک هسته‌ی کومـارین و یـک حلقـه‌ی پنتئون (در نوع B وM) یا ۶ حلقه‌ی لاکتونی (در نوع G) است. بر اساس تفکیک رنگ‌های ساطع شـده تحـت تـاثیر تابانیـدن اشـعه ماورابنفش (UV)۴ نوع ترکیب از یکدیگر افتراق داده شدند (اگاگ، ۲۰۰۴). نوع B برگرفته از رنگ آبی (Blue) و نـوع G برگرفتـه از رنگ سبز (Green). ۲ آفلاتوکسین M_1و M_2 متابولیت‌های آفلاتوکسین‌هـای B_1 و B_2 هسـتند کـه از ادرار و شـیر پسـتانداران جداشده‌اند (پاترسون، ۱۹۷۸). ۱۸نوع آفلاتوکسین تاکنون شناسایی شده‌اند که B_1-B_2- G_1-G_2 و M_1 عمده‌تـرین آن‌هـا هسـتند (درس، ۲۰۱۱). امروزه مشخص شده است که این سموم به وسیله‌ی ۳ نوع کپـک آسـپرژیلوس فـلاووس, آسـپرژیلوس پـارازیتیکوس[11] و آسپرژیلوس نومیوس[12] سـویه‌هـای متفـاوت پنـی‌سـیلیوم[13]،ریزوپـوس[14]،موکـور[15] استرپتومایسـز[16]کـه گیاهـان و محصـولات گیـاهی را آلوده می‌نمایند تولید می‌گردد. آسپرژیلوس پـارازیتیکوس و آسـپرژیلوس فـلاووس در اکثـر خـاک‌هـا یافـت مـی‌شـوند و معمـولاً در پوسیدگی گیاه دخیل هستند. آن‌ها معمولاً عامل فساد غلات انبار شده و تحت شرایط معینی باعث فساد غـلات در مزرعـه مـی‌شـود (اگاگ، ۲۰۰۴). عفونت معمولاً بعد از صدمه دیدن دانه یا هسته‌ی محصولات به وسیله‌ی حشرات، پرندگان، موش‌ها، سرمای زودرس، تگرگ، استرس‌های حرارتی، خشکی، گردباد و دیگـر شـرایط نامسـاعد هـوایی رخ مـی‌دهـد (اگـاگ، ۲۰۰۴). در میـان انـواع سـموم آفلاتوکسین شناسایی شده نوع B_1 سمی‌ترین نوع آفلاتوکسین شناخته شده است. میزان سمیت در میان ۴ نوع عمده‌ی آفلاتوکسین به این صورت می‌باشد: $B_1>G_1>B_2>G_2$ ۵۷ آلودگی آفلاتوکسین می‌تواند در طیف وسیعی از غذای دام شامل ذرت, سورگوم, جو, گندم چاودار, گندم, انواع بادام, سویا, برنج , تخم کتان انجیر, ادویه‌جات, انواع آجیل و مواد مختلف غذایی کـه برگرفتـه از ایـن مـواد اولیه هستند را آلوده می‌نماید شیر تخم‌مرغ و محصولات گوشتی نیز به‌علـت آلـودگی خـوراک دام و طیـور مـی‌تواننـد آلـوده باشـند

[7] . Wild
[8] . Bakirdere
[9] . Agag
[10] Thin layer Chromatography
[11] Aspergillus parasiticus
[12] Aspergillus nomius
[13] Penicillium
[14] Risopos
[15] Mucor
[16] Streptomyces

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲، ص ۲۰-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

(دیشپاند[1]، ۲۰۰۲). ایزوله‌های سمی آسپرژیلوس فلاووس به‌طور کلی تنها آفلاتوکسین B_1 و B_2 را تولید می‌کنند، در حالی‌که ایزوله‌های اسپرژیلوس پارازیتیکوس کلا انواع B_1 B_2 G_1 G_2 را تولید می‌نمایند (اگاگ، ۲۰۰۴؛ دیشپاند، ۲۰۰۲) برخی دیگر از متابولیت‌های شناسایی شده شامل B_{2a}، آفلاتوکسیکول[2]، آفلاتوکسین H_1، آفلاتوکسین P_1 و آفلاتوکسین Q نیز شناسایی شدند. از میان آفلاتوکسین‌های موجود در غذا نوع B_1، M_1 و G_1 پرایمرهای مهم می‌باشند. که همراه با توکسیکول از نگرانی‌های مربوط به سلامت هستند و در این میان نوع B1 غالب بوده و ۶۰ تا ۸۰٪ کل آفلاتوکسین‌ها را تشکیل داده و در غیاب آن نوع G2 G12 B12 بروز پیدا نمی‌کنند (اگاگ، ۲۰۰۴). در ادامه به بررسی انواع قارچها می پردازیم.

قارچ‌ها

قارچها ارگانیسم‌های یوکاریوت (هسته‌دار) هستند. اختلاف اساسی قارچها با گیاهان سبز در این است که قارچها فاقد کلروفیل بوده، بنابراین نمی‌توانند بوسیلهٔ عمل فتوسنتز موادآلی مورد نیاز خود را از دی‌اکسیدکربن و آب بسازند و هتروتروف بوده و باید تمام مواد مورد نیاز را از محیط اطراف بدست آورند و مواد مورد نیاز خود را عمدتاً از طریق جذب بدست می‌آورند.ساختار رویشی قارچهای کپکی معمولاً رشته‌ای منشعب، به نام ریسه است که با دیواره‌های سلولی احاطه می‌شود. دیواره سلولی قارچها واجد پلی‌ساکارید است که از میان آن‌ها انواعی مثل گلیکان – کیتین است که کیتین به میزان فراوان در دیواره سلولی آن‌ها به کار رفته است. علاوه برآن میزان فراوانی گلیکوپروتئین هم ممکن است مشاهده شود. انواع پلی‌ساکاریدها در دیواره قارچ وجود دارد و مقادیر آن‌ها در گونه‌های قارچی یکسان شبیه هم هستند و به همین خاطر از ساختار پلی‌ساکاریدی در طبقه‌بندی استفاده می‌شود. در زیر غشای سلولی، پروتوپلاسم است که همانند سایر یوکاریوت‌هاست و داخل آن اندامک‌های مختلف سلولی مثل میتوکندری مشاهده می‌شود. دستگاه گلژی در اکثر قارچهای حقیقی از نظر ساختارشناسی بسیار ساده است. هسته‌های بیش‌تر قارچها کاملاً کوچکند و ساختارهای فوق‌العاده، انعطاف‌پذیرند. هستهٔ قارچها معمولاً حاوی یک هستک بزرگ است که اغلب در مرکز جای می‌گیرد. غشاء هسته معمولاً دو لایه است و منافذ مشخصی دارد. سیتوپلاسم در قارچها همانند سایر یوکاریوت‌هاست و در اطراف آن یک غشاء پلاسمایی قرار دارد. در این غشاء ماده‌ای وجود دارد که نسبت به سایر سلول‌ها در قارچها فراوان‌تر است و به آن ارگوسترول می‌گویند. بعضی از داروهای ضدقارچی از طریق مهار در سنتز این ماده از رشد قارچها جلوگیری می‌کنند. گلیکوژن و چربی از ماده ذخیره‌ای قارچها به حساب می‌آیند، اما نشاسته در سلول‌های قارچی یافت نمی‌شود. قارچهای رشته‌ای (کپکی) از رشته‌های میسلیوم تشکیل شده‌اند که سرانجام روی ساختمان‌های خاص به نام اسپوروفور تولید اسپور می‌نمایند. یک شاخه یا انشعاب میسلیوم را هیف یا ریسه می‌گویند که با دیواره سختی محدود می‌باشد. هایف بسته به نوع قارچ رشته‌ای ممکن است دیواره عرضی داشته یا نداشته باشد. به دیواره عرضی سپتا گویند که اگر باشد به راحتی دیده می‌شود و هایفا را به سلول‌های مجزا و مشخص تبدیل می‌کند. بعد از دورهٔ رویشی، قارچهای رشته‌ای روی انشعابات خاصی از رشته‌های میسلیوم، هاگ تولید می‌کنند. تولید مثل قارچها بوسیلهٔ اسپورها انجام می‌شود و معمولاً زمانی که شرایط محیطی رشد قارچها مناسب باشد از طریق غیرجنسی و اگر شرایط نامناسب باشد از طریق تولیدمثل جنسی زیاد می‌شوند (ارسالی[3]، ۲۰۰۹).

مشخصات و فرمول شیمیایی آفلاتوکسین‌های مهم در مواد غذایی

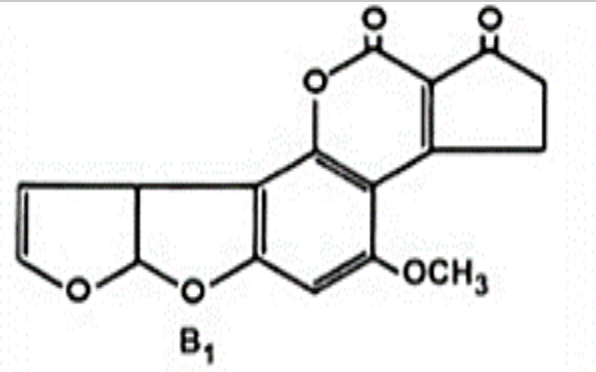
آفلاتوکسین B_1

آفلاتوکسین B_1 با وزن مولکولی ۳۱۲ دالتون در مقابل نور ماورابنفش رنگ آبی فلورسانس نسبتا پررنگی از خود نشان می‌دهد. این آفلاتوکسین از نظر ظاهری به شکل بلورهای کریستالی بی‌رنگ است و در حرارت ۲۶۷ درجه سانتی‌گراد که نقطه ذوب آن است تجزیه می‌شود (مرتضوی و طباطبایی، ۱۳۷۶، سلاخ[4]، ۱۹۸۷).

---

[1] Deshpande
[2] Aflatoxicol
[3] Ersali
[4] Salunkhe،

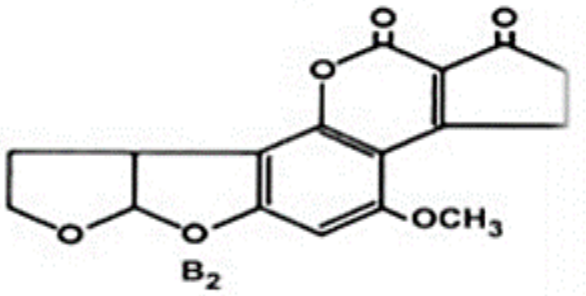
فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲، ص ۲۰-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com



شکل ۲-۱- ساختمان شیمیایی آفلاتوکسین: B_1 (مرتضوی و طباطبایی، ۱۳۷۶)

آفلاتوکسین B_2

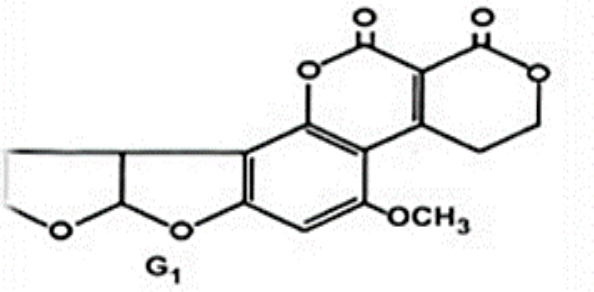
آفلاتوکسینB_2 دارای وزن ۳۱۴ دالتون می‌باشد، در حقیقت با هیدروژناسیون آفلاتوکسین B_1 و اضافه شدن ۲ مولکول هیدروژن به آن، این توکسین سنتز می‌شود. آفلاتوکسین B_2 در دمای ۳۰۶- ۳۰۳ درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود (مرتضوی و طباطبایی، ۱۳۷۹، سلاخ، ۱۹۸۷).



شکل ۲-۲- ساختمان شیمیایی آفلاکتوسین B2 (مرتضوی و طباطبایی، ۱۳۷۶)

آفلاتوکسین G_1

وزن مولکولی این آفلاتوکسین ۳۲۸ دالتون می‌باشد. این توکسین نسبت به آفلاتوکسین B_1 یک مولکول اکسیژن اضافه در فرمولش دارد. این ماده در برابر اشعه ماوراءبنفش نور سبز فلورسانس منتشر می‌کنند و نقطه ذوب آن در محدوده ۲۵۹-۲۵۷ سانتی‌گراد است (مرتضوی و طباطبایی، ۱۳۷۶، سلاخ، ۱۹۸۷).

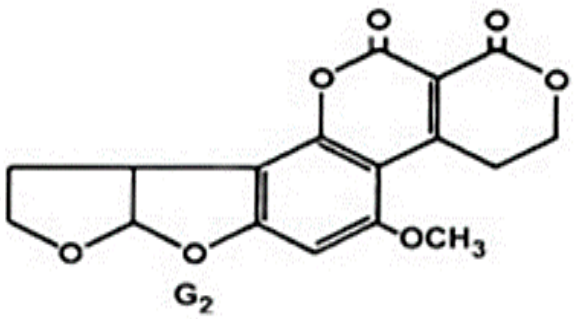


شکل ۲-۳- ساختمان شیمیایی آفلاتوکسین G_1 (مرتضوی و طباطبایی، ۱۳۷۶)

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲، ص ۲۰-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

آفلاتوکسین G_2

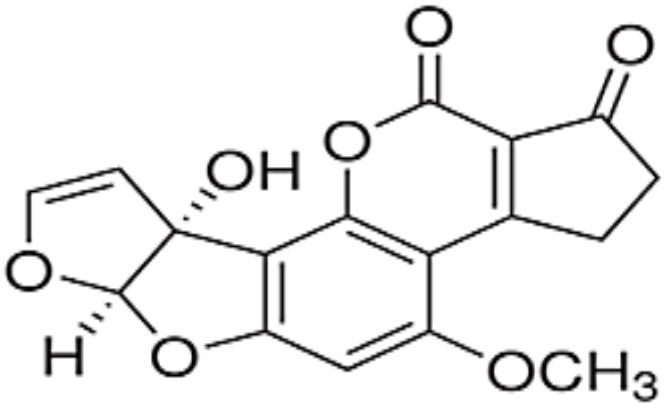
وزن مولکولی این ماده در حدود ۳۳۰ دالتون می‌باشد و نمونه هیدروژنه شده آفلاتوکسین G_1 می‌باشد، این ماده در دمایی بین ۲۴۹-۲۳۷ درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود (ورنامخواستی، ۱۳۹۲)



شکل ۲-۴- ساختمان شیمیایی آفلاتوکسین G_2 (ورنامخواستی، ۱۳۹۲)

آفلاتوکسین‌های M_1

آفلاتوکسین‌های M_1 از نظر ساختمانی مشق ۴- هیدروکسی آفلاتوکسین B_1 می‌باشد خاصیت فلورسانس آن ۳ مرتبه بیش‌تر از آفلاتوکسین B_1 است. نقطه ذوب آفلاتوکسین M_1 ۲۹۹ درجه سانتی‌گراد است. آفلاتوکسین M_1 حرارت پاستوریزاسیون را تحمل می‌کند، درجه حرارت ۶۴ درجه سانتی‌گراد را به مدت ۲ ساعت تحمل می‌کند ولی افزایش درجه حرارت ثبات ساختمانی آن را کاهش می‌دهد. این آفلاتوکسین فلورسانس آبی مایل به بنفش از خود نشان می‌دهد (باقری، ۱۳۹۳).



شکل ساختمان شیمیایی آفلاکتوکسین M_1 (باقری، ۱۳۹۳)

عوامل مؤثر در تولید آفلاتوکسین‌ها

۱) رطوبت: بهترین عامل مؤثر در رشد قارچ‌ها رطوبت است. نقش رطوبت در رشد و تکثیر قارچها مخصوصاً زمانی مشهود است که مواد غذایی به خصوص غلات در انبار و در زمان نگهداری دچار صدمه می شوند. تولید آفلاتوکسین نیاز به ۳ تا ۸درصد رطوبت دارد (افشاری و همکاران، ۱۳۹۲).

۲) درجه حرارت: اکثر کپک‌ها در درجه حرارت ۳۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد رشد می کنند و اپتیمم درجه حرارت رشد آن‌ها ۲۵-۲۰ درجه سانتیگراد است. بعضی قارچ‌ها قادرند در درجه حرارت‌های بسیار بالا رشد کنند مثلاً آسپرژیلوس فلاووس می تواند در درجه

حرارت ۳۵ درجه سانتیگراد باقی بماند. آفلاتوکسین از دمای ۱۲ تا ۴۰ درجه سانتیگراد می تواند تولید شود (صاحب قلم و همکاران، ۱۳۹۲).

۳) فشار اسمزی: فشار اسمزی قابل تحمل برای رشد و نمو قارچهای توکسین زا برابر با ۵۰ درصد غلظت سازگار همراه با فشار اسمزی مؤثر ترکیبات محیط کشت است. بنابراین مرباجات و ترکیبات غذایی که غلظت مواد قندی آنها حدود ۶۰ درصد به بالاست، از نظر توکسین‌زایی مواد غذایی مطمئن می‌باشند. نمک طعام در غلظت‌های کم (بین ۱تا ۱/۵ درصد) روی رشد و نمو قارچ و تولید توکسین اثر تشدید کننده دارد. از طرفی دیگر اثر بازدارنده‌ای نمک در غلظت ۱۴ درصد است (صاحب قلم و همکاران، ۱۳۹۲).

۴) pH: اغلب قارچها در دامنه‌ی pH چهار تا هشت قادر به رشد هستند، اما بعضی از آنها روی محیط خیلی اسیدی و یا خیلی قلیایی نیز رشد می کنند. pH در تولید مایکوتوکسین‌ها در انواع قارچها بستگی به شرایط محیط کشت، ترکیبات غذایی محیط کشت و گونه قارچ تولید کننده توکسین دارد. برای مثال قارچ آسپرژیلوس فلاووس در محیط کشت هایی که pH اولیه آنها کمتر از ۴ است رشد نمی کند. بررسی رشد و توانایی تولید آفلاتوکسین طی فرآیند تخمیر در قارچ آسپرژیلوس فلاووس مشخص کرده که در ابتدای تخمیر که روند درجه pH رو به کاهش است، آفلاتوکسین تولید نمی شود ولی بعد از اینکه pH محیط افزایش یافت تولید آفلاتوکسین نیز شروع می شود. شرایط تنفس(هوازی یا بی هوازی) و درجه اسیدیته محیط نیز روی رشد و تولید انواع مایکوتوکسین‌ها در قارچها مؤثر هستند (عظیمی و همکاران، ۱۳۹۴).

۵) اکسیژن: از آنجایی که اکثر کپک‌ها هوازی هستند، مهمترین فاکتور رشد محسوب می شود. رشد و اسپورزایی با توجه به ترکیبات هوا در جنسهای آسپرژیلوس و پنی‌سیلیوم متفاوت است. بعضی از آنها در شرایط اتمسفری رشد می کنند که حاوی نیتروژن باشد (محیط فاقد اکسیژن) (عظیمی و همکاران، ۱۳۹۴)

۶) دی اکسید کربن: روی رشد و شکل ظاهری قارچ تأثیر ویژه‌ای دارد. آسپرژیلوس نایجر در غلظت پایین دی اکسید کربن اسپورهایش جوانه می زنند و آسپرژیلوس فلاووس در غلظت‌های بالای دی اکسیدکربن رشدش متوقف می شود. دی اکسیدکربن از تولید توکسین جلوگیری می کند. قارچها می توانند مقادیر زیاد دی اکسید کربن را تحمل نمایند، طوری که اگر غلظت دی اکسید کربن از ۳ درصد به ۲۰ درصدافزایش یابد، کاهش قابل ملاحظه‌ای در رشد قارچ و تولید اسپور ایجاد نمی شود ولی در غلظت ۷۵ درصد دی اکسید کربن، از تولید مایکوتوکسین کاسته می شود. در تراکم ۱۰۰ درصد دی اکسید کربن هم رشد قارچ و هم تولید توکسین متوقف می شود (مکتبی و همکاران، ۱۳۹۳).

۷) ترکیبات مواد غذایی: نیترات اثر بازدارندگی در تولید توکسین دارد. روی، آهن و منیزیم سبب تسریع و تشدید تولید آفلاتوکسین می شوند در حالی که مس، بور و مولیبدن اثر بازدارندگی روی تولید توکسین دارند.

آفلاتوکسیکوزیس در انسان

شرایط در معرض برخورد قرارگرفتن انسان

راه اصلی که انسان درمعرض برخورد با آفلاتوکسینها قرارمی گیرد، غذای آلوده است. دو مسیرکه از طریق رژیم غذایی باعث درمعرض برخورد قرارگرفتن می شود مشخص شده است:

الف) بلع مستقیم آفلاتوکسینهای)عمدتاً آفلاتوکسین B1 (در غذاهای آلوده با منشأ گیاهی همچون ذرت و دانهها و محصولات آن‌ها.

ب) بلع مستقیم آفلاتوکسینهای منتقل شده از غذا به شیر و محصولات لبنی همچون پنیر و شیرخشک که عمدتاً آفلاتوکسین M1 می باشد(۲۸-۳۴)

علاوه بر انتقال به شیر، ممکن است بقایای آفلاتوکسین‌ها در بافت‌های حیوانات پدیدار شوند و به عنوان غذای آلوده مورد مصرف قرار گیرند (۳۴). مقدار جذب آفلاتوکسین‌ها در پروژه‌ای در اروپا توسط ۹ کشور انجام شده است. طبق این پروژه مقدار جذب روزانه

آفلاتوکسین B1 در محدوده ng/person ۷۷-۲ و مقدار جذب آفلاتوکسین M1 در محدوده $^{ng/person}$ 6- 4/. مشخص شده است(۲۸-۳۴)

آفلاتوکسین M1 مرتبط با بخش کازئینی)پروتئینی(شیر است. خامه و کره حاوی مقادیر کمتر آفلاتوکسین M1، در حالی که پنیر حاوی مقادیر بیشتر آفلاتوکسین M1 (حدوداً ۵-۳ مرتبه بیشتر) نسبت به شیری است که از آن ساخته شده اند(۳۵-۲۸)

مسمومیت حاد

گزارشهایی از مسمومیت حاد در انسان از چندین قسمت جهان ثبت شده است. گروه هایی درتایلند، نیوزیلند و آمریکا وجود آفلاتوکسینها در کبد بیماران در حال مرگ از سندروم Reye را ثابت کردند. جراحات تقریباً مشابه جراحات کبد چرب حاد حاصل از آفلاتوکسینها در میمون و دیگر حیوانات بود. از لحاظ بالینی، علائم اصلی این سندروم شامل استفراغ، گیجی و کما می باشد (۲۸)

درسال ۱۹۷۶ مسمومیت حاد در ۲۶ نفر در مناطق روستایی تایوان رخ داد. قربانیان بیش از ۳ هفته برنج آلوده به کپک مصرف کرده بودند و دارای علائم ادم پاها، درد شکم و استفراغ همراه با کبد قابل لمس اما بدون تب بودند (۳۶)

درسال ۱۹۷۴ آفلاتوکسیکوزیس در انسان و سگ که مرتبط با ذرت کپک زده حاوی آفلاتوکسین بود، در هند رخ داد. بیماری دارای علائم تب بالا، ادرار پررنگ، استفراغ، ادم پاها، زردی، آسیت و مرگ و میر بالا بود (۲۸)

در استرالیا نیز انسفالوپتی و دژنره چربی احشاء در کودکان مرتبط با سندروم Reye بود. ویژگی‌های بیماری شامل سرفه، خونریزی از بینی، زخم در گلو، تب، گیجی، استفراغ، ریتم تنفسی آشفته و تغییر تونیسیته عضلات بود _۲۸)

درسال ۱۹۸۸ یک هپاتیت حاد در کنیا گزارش شد. ۱۲ مورد از ۲۰ مورد فوت شده علائم بیقراری، درد شکمی، ادرار تیره و زردی داشتند. سگ‌های منطقه هم که از غذای آلوده مصرف کرده بودند مرگ و میر بالایی داشتند. دانه‌های انبار شده علت شیوع بیماری ذکرشد (۲۸)

در سال ۱۹۸۸، ۱۸ کودک چینی در اثر انسفالوپتی کبدی حاد فوت شدند. علائم بیماری شامل استفراغ، استفراغ خونی، تب، تشنج، اسهال، دردشکمی و نارسایی کبدی بود. علت مرگ این کودکان خوردن غذای آلوده بود (۳۷)

مسمومیت مزمن

آفلاتوکسین‌ها به عنوان عوامل بالقوه در افزایش شیوع نئوپلاسم‌های دستگاه گوارش و کبد انسان در آفریقا و فیلیپین و چین نقش دارند. آفلاتوکسین B1 بعنوان علت سرطان سلول‌های کبدی انسان (HCC) نقش دارد.

اطلاعات جمع آوری شده از کنیا، موزامبیک و تایلند یک همبستگی مثبت بین جذب آفلاتوکسین رژیم غذایی (در محدوده‌های از ۳/۵تا ۲۲۲/۴ نانوگرم/کیلوگرم وزن بدن/روز) و میزان بروز خام سرطان اولیه کبد (محدوده-ای از ۲/۱تا ۱۳ نفربه ازاء ۱۰۰۰۰۰ نفر در سال (را نشان می دهد.

آفلاتوکسین B1 همچنین بطور شیمیایی به DNA متصل شده و باعث تغییرات ساختاری DNA همراه با جهش ژنومی می شود.

آفلاتوکسیکوزیس در حیوانات

سمیت آفلاتوکسینها و حساسیت حیوانات

آفلاتوکسین B1 می تواند به عنوان ترکیبی با سمیت بالا (LD50 =1-50 mg/kg) برای اغلب گونههای حیوانی باشد. برای برخی گونههای حساس همچون قزل آلای رنگین کمان، گربه و اردک بسیار سمی است .(LD50 <1 mg/kg)

گونه‌های مختلف حیوانات، حساسیت متفاوتی به مسمومیت حاد آفلاتوکسین دارند. فاکتورهایی که سمیت آفلاتوکسین را در گونههای حیوانی تحت تأثیر قرار می دهند عبارتند از: گونه و نژاد حیوان، مدت زمان در معرض برخورد قرار گرفتن، وضعیت تغذیه و سلامتی حیوان، سن، جنس، بیماری‌های همزمان، داروها و دیگر مایکوتوکسین ها(۲۸)

آفلاتوکسین می تواند باعث ایجاد سرطان، مسمومیت مزمن یا علائم فوق حاد بسته به گونه و سن حیوان ودوز و مدت زمان در معرض قرار گرفتن با آفلاتوکسین شود. همه گونههای جانوری به آفلاتوکسیکوزیس حساس هستند، اما شیوع این بیماری عمدتاً در خوک، گوسفند و گاو رخ می دهد.

گاوهای شیری و گوشتی حساس تر از گوسفند و اسب به آفلاتوکسیکوزیس هستند. حیوانات جوان همه گونهها حساس تر از حیوانات بالغ به اثرات ناشی از آفلاتوکسین هستند. حیوانات آبستن و در حال رشد حساسیت کمتری نسبت به حیوانات جوان دارند اما نسبت به حیوانات بالغ حساس تر هستند. حیوانات درحال مراقبت ممکن است با قرار گرفتن در معرض متابولیت‌های آفلاتوکسین ترشح شده در شیر تحت تأثیر قرار بگیرند. سطوح بیش از ppm1 ممکن است باعث آسیب عضو شدید و مرگ و میر حاد در دام شود(۲۸)

نشخوارکنندگان

آفلاتوکسین موجود در خوراک بلع شده توسط گاو، بطور فیزیکی به محتویات شکمبه متصل شده و چیزی حدود ۵-۲ درصد آن به روده می رسد. سطوح بیش از ۱۰۰mg/kg آفلاتوکسین در غذا برای گاو سمی در نظر گرفته می شود.

اثرات آفلاتوکسین موجود در غذای گاو بستگی به سطح آفلاتوکسین جیره، طول دوره تغذیه و سن حیوان دارد (۲۸)

گوساله

مکنزی و همکاران وقوع طبیعی آفلاتوکسیکوزیس حاد را میان گوسالههای 9تا3 ماهه در کوئینزلند طی ژوئن ۱۹۸۰ گزارش کردند. گوساله‌ها مبتلا به بی اشتهایی، افسردگی، زردی، ازدیاد حساسیت به نور، ادم تحت فکی، کراتوکونژکتیویت شدید و اسهال همراه با اسهال خونی در بعضی موارد بودند. کلاپس و مرگ به سرعت به دنبال این موارد رخ می داد. در یافته‌های پس از مرگ خونریزی در بافتهای زیر جلد، عضلات اسکلتی، غددلنفاوی، پریکارد و سطوح سروزی سیستم گوارشی وجود داشت و کبد کم رنگ و لاشه زرد رنگ بود (۳۸)

درگوساله‌هایی که جیرههای آلوده را برای چندین هفته مصرف می کنند، شروع علائم بالینی سریع است. عمده ترین علائم کوری، چرخش و افتادن است. تنسموس شدید در بیشتر موارد و مرگ در برخی موارد دیده می شود.

تحقیقات نشان داده است که گوسالهها و گاوهای شیری جوان مستعد آلودگی با آفلاتوکسین B_1 هستند.

50LD مربوط به آفلاتوکسین B1 برای گوساله mg/kg 1- ۰/۵ است. کیل و همکاران گزارش کردند که LD_{50} برای گاوهای شیری جوان mg/kg 1/۸ است (۲۸)

گاو شیری و گوشتی

عمده ترین علائمی که در اثر مسمومیت حاد در گاو گزارش شدهاند شامل بی اشتهایی، افسردگی، کاهش تولید شیر، کاهش وزن، بی حالی، آسیت، زردی، تنسموس و درد شکم، اسهال خونی، سقط جنین، هیپاتوانسفالوپتی، حساسیت به نور و خونریزی می باشد(۳۹)

دیگرعلائم مرتبط با آفلاتوکسیکوزیس حاد عبارتند از: کوری، حرکات دایره وار، کشیدگی گوش‌ها، وجود کف در دهان، کراتوکونژکتیویت و پرولاپس رکتوم . آسیب کبدی یافته ثابت آفلاتوکسیکوزیس حاد است. جراحات شامل دژنرسیون چربی، مگالوسیتوزیس و نکروز همراه با فیبروزیس سلول‌ها و ازدیاد مجاری صفراوی در مراحل پیشرفته بیماری است (کالوین[۱] و همکاران، ۱۹۸۴). آفلاتوکسیکوزیس مزمن باعث آسیب کارایی تولید مثلی شامل سیکل استروس غیر طبیعی)خیلی کوتاه، یا خیلی طولانی(و سقط، سرکوب ایمنی و افزایش حساسیت به بیماری‌ها می شود (باشتی[۲] و همکاران، ۲۰۰۹).سایر علائم شامل کاهش تولید شیر، تولد گوسالههای سالم اما کوچک تر از حد طبیعی، اسهال، ورم پستانحاد، اختلالات تنفسی، پرولاپس رکتوم و ریزش مو می باشد

[1] . Colvin
[2] . Dashti

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲، ص ۲۰-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

(ری[۲۳] و همکاران، ۱۹۸۶). سطح بالای آفلاتوکسین (۴ ppm) باعث افت تولید شیر طی یک هفته و سطوح پایین تر (۰/۴ ppm) (باعث افت تولید شیر طی ۴-۳ هفته می شود. به علت خطر باقی مانده آفلاتوکسین در شیر، آفلاتوکسین رژیم غذایی باید زیر ۲۵ ppm نگه داشته شود. این مقدار محافظه کارانه بعلت توزیع غیر یکنواخت آفلاتوکسین در دانه‌ها و مواد غذایی، قطعی نبودن نمونه برداری و آنالیز جیره و وجود بیش از یک منبع آفلاتوکسین در جیره است. آفلاتوکسین‌ها با کاهش هضم سلولز، تولید اسید چرب فرار و پروتئولیز می توانند روی حرکات و عملکرد شکمبه تأثیر گذار باشند (پلیدین[۲۴] و همکاران، ۲۰۱۴).

روش‌های تشخیص آلودگی موادغذایی به آفلاتوکسین‌ها

برای تشخیص و اندازه‌گیری آفلاتوکسین موجود در موادخوراکی مختلف روش‌های متفاوتی مانند کروماتوگرافی لایه نازک[۲۵] کروماتوگرافی مایع با فشار بالا[۲۶] کروماتوگرافی گازی - اسپکترومتری جرمی[۲۷] و الایزا[۲۸] وجود دارند (رنجبر، ۱۳۸۹). روش TLC دارای ضریب تغییرات نسبتاً بالایی می‌باشد و تنها در جایی که سطوح آلودگی مایکوتوکسین بالاتر از حدود کنترل باشد، کاربرد دارد. سایر روش‌های کروماتوگرافی مانند HPLC تکنیک‌های بسیار گران‌قیمت و وقت‌گیر هستند. از طرف دیگر در روش‌های TLC و HPLC نیاز به یک مرحله استخراج با فاز جامد یا ستون ایمونوافینیتی[۲۹] می‌باشد. بنابراین در مطالعات و آزمون‌های معمول، روش‌های ایمونولوژیک کنونی به روش‌های کروماتوگرافی ترجیح داده می‌شوند. در حال حاضر علاقه به استفاده از کیت‌های تست ELISA به دلیل نیاز به حجم کم نمونه و روش ساده‌تر تخلیص نمونه نسبت به روش‌های مرسوم مانند TLC و HPLC بیش‌تر می‌باشد. این روش‌ها سریع، ساده، خاص، حساس و قابل استفاده در بسیاری از موارد بوده و از متداول‌ترین روش‌های سریع برای تشخیص مایکوتوکسین‌ها در غذا دام و خوراک انسان شناخته شده‌اند. از این‌رو در این پژوهش این روش مورد استفاده قرار گرفته است (سالاری، ۱۳۹۰).

پیشینه تحقیق

تا کنون مطالعات متعددی در زمینه‌ی بررسی میزان آفلاتوکسین در اقلام خوراک دام در شهرهای مختلف ایران و در جهان صورت گرفته است.

سالمی و همکاران (۱۳۹۳) تعیین میزان آفلاتوکسین B_1 در خوراک جوجه گوشتی در مرغداری‌های استان اصفهان را مورد بررسی قرار دادند که نتایج نشان داد ۹۸/۹٪ نمونه‌ها آلوده می‌باشند و محدوده آلودگی در نمونه‌های مثبت بین ۰/۶۴ تا ug/kg ۸۸/۵ و میانگین آنها ug/kg ۹/۹۱ بود. بیشترین میزان آلدوگی در سطح بالاتر از yg/kg ۱۰ (حد مجاز آفلاتوکسین در جیزه مرغ گوشتی) به دان مخلوط (ug/kg ۴۶/۲) و سویا (ug/kg ۳۳/۴) تعلق دارد و ۲۸/۸۱ درصد از مجموع نمونه‌ها آلودگی بیشتر از حد استاندارد دارند. نمونه‌های تهیه شده در فصل تابستان به دلیل دمای بالای محیط و مساعد بودن هوا جهت رشد قارچ‌ها از آلودگی بیشتری برخوردار بودند و نسبت به نمونه‌های سیار فصول اختلف معنی‌داری داشتند ($P<۰/۰۵$).

عزیزی و همکاران (۱۳۹۱) میزان آفلاتوکسین B_1 را در ۹۶ نمونه خوراک دام شامل کنسانتره، تفاله چغندر قند و کنجاله پنبه و در ۳ فصل زمستان، بهار و تابستان با روش الایزا در شمال ایران بررسی کردند. ۴٪، ۴۴ از نمونه‌هایی که از گاوداری‌های سنتی و ۱٪، ۴۳ از نمونه‌هایی که از گاوداری‌های نیمه صنعتی تهیه شده بودند بیش از میزان مجاز آلودگی داشتند. میزان

---

2 . Ray 3
2 . Pleadin 4
2 ThinLayerChromatography 5
2 High Pressure Liquid Chromatography 6
2 Mass Spectrophotometry 7
2 Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay 8
2 immunoaffinity 9
3 Immunologic 0

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲، ص ۲۰-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

آفلاتوکسین B_1 در کنسانتره، تفاله چغندرقند و کنجاله پنبه به ترتیب ۸٪، ۵۸، ٪۷، ۴۳ و ٪۷، ۲۶ در زمستان، بهار و تابستان به ترتیب ٪۴، ۵۶، ٪۷، ۳۸ و ٪۴، ۳۴ گزارش شد (عزیزی[1]،۲۰۱۳).

به طور مثال جمالی و معینی (۱۳۸۹) وضعیت آلودگی آفلاتوکسین در اقلام خوراک دام گاوداری‌های (کوچک، متوسط و بزرگ) استان کرمانشاه را مورد بررسی قرار دادند که نتایج نشان داد آلودگی نمونه‌های یونجه و ذرت در گاوداری‌های کوچک بیشتر بود که مهمترین علت آن نحوه مدیریت گاوداری‌ها بویژه روش ذخیره و نگهداری علوفه می‌باشد.

رحیمی و همکاران ۱۳۸۷ در مطالعه خود میزان آفلاتوکسینB_1 در 108 نمونه خوراک دام شامل یونجه خشک، ذرت، سیلوی ذرت، کنجاله تخم پنبه، جو و سبوس گندم که از مزارع پرورش گاو شیری استان چهار محال بختیاری جمع‌آوری شدند را با روش الایزا بررسی نمودند. میزان آفلاتوکسین در محدوده‌ای مابین ۰/۸ میکروگرم در کیلوگرم ردیابی شد. در ۱۵۵، ۱۸ میکروگرم در کیلوگرم ردیابی شد. در ۱۹ نمونه میزان آفلاتوکسین B_1 بیش از حداکثر قابل قبول بود. هم‌چنین نتایج نشان دادند که سطح آلودگی آفلاتوکسین B_1 در اقلام خوراک دام در نمونه‌های زمستان بطور قابل ملاحظه‌ای بیش از نمونه‌های زمستان بوده است.

هونگ[2]و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه خود میزان آفلاتوکسین B_1 وB_2 را در 20 نمونه محصولات ذرت و بادام زمینی به روش کروماتوگرافی مایع بررسی کردند. آفلاتوکسین B_1و B_2 در 5 نمونه از ۹ نمونه بادام زمینی و ۵ نمونه از ۱۱ نمونه ذرت با دامنه‌ای از ۰، ۲ تا ۱۰۱، ۸ میکروگرم در کیلوگرم تعیین شد (هونگ، ۲۰۱۰).

آیجویو و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه خود از روش الایزا جهت تعیین سطح آفلاتوکسین B_1 در ۹۹ نمونه بادام زمینی و حبوبات مصرفی شهروندان نیجریه استفاده کردند. نتایج نشان داد که 51 درصد از کل نمونه‌ها آلوده به آفلاتوکسین B_1 هستند و میزان آلودگی آفلاتوکسین B_1 در نمونه‌های بادام زمینی طیفی از ۶، ۲۵ تا ۷، ۸۰ نانوگرم در گرم، در نمونه‌های ارزن طیفی از ۴، ۱۸ تا ۲۸، ۵ نانوگرم در گرم و در نمونه‌های ذرت طیفی از ۲، ۵۱ تا ۳، ۹۴ نانوگرم در گرم بود (ایجوی[3]،۲۰۱۱).

روش تحقیق

با توجه به گسترش دامداری های بزرگ و خصوصا گاو شیری در شهرستان تربت حیدریه، برای این منظور، خوراک دام ۵ گاوداری شیری اطراف شهر تربت-حیدریه از آبان ماه ۱۳۹۷ تا مرداد ماه ۱۳۹۸ انتخاب و بررسی گردید. آفلاتوکسین موجود در خوراک‌های (سیلو ذرت، کنسانتره، خوراک آماده و کاه) گاوهای شیری با استفاده از کیت الایزا مختص اندازه گیری آفلاتوکسین B_1 (شرکت Euro Proxima، هلند)اندازه گیری شد. به منظور اجرای این بررسی با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه از آبان ماه ۱۳۹۷ لغایت مرداد ماه ۱۳۹۸ در قالب ۲ فصل سرد و گرم، به طور انتخابی ۵ گاوداری در مناطق مختلف شهر تربت حیدریه (و در هر مسیر به تعدادی از دامداری نیمه صنعتی و سنتی که دارای حداقل ۲۰ رأس گاو شیروار بودند مراجعه و ضمن تکمیل پرسشنامه در خصوص نوع خوراک مصرفی دام‌ها، نحوه نگهداری خوراک دام، منابع تأمین خوراک دام و نوع یا علایم بیماری‌های رایج در دامداری، به طور جداگانه اقدام به برداشت نمونه خوراک دام مصرفی گردید. جهت نمونه برداری از قسمت‌های مختلف خوراک، حداقل به مقدار ۵۰۰ گرم به‌طور تصادفی برداشت شده و در بسته‌بندی پلاستیکی و سپس کاغذی قرار گرفته و در شرایط سرد و دور از نور آفتاب به آزمایشگاه دکتر ذاکری واقع در شهر تربت‌حیدریه منتقل گردیدند. این نمونه‌ها در فریزر با دمای صفر درجه سانتیگراد و به دور از نور تا زمان انجام آزمایش نگهداری شدند. بدین ترتیب در مجموع ۸۰ نمونه خوراک دام از انواع مختلف در ۲ فصل سرد و گرم جمع آوری و به روش الایزا از نظر میزان آلودگی به آفلاتوکسینB_1 مورد سنجش قرار گرفتند. سپس به منظور عصاره گیری، تمامی نمونه‌ها به صورت همزمان از فریزر خارج شدند. طبق دستورالعمل کارخانه سازنده کیت خریداری شده ۵۰-۱۰۰ گرم از نمونه به کمک آسیاب برقی کاملا خرد و پودر گردید. سپس ۳ گرم از پودر به دست آمده توزین شده و ۹ میلی لیتر متانول۸۰٪ به آن اضافه و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه به طور کامل شیکر گردید. سپس نمونه به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۲۰۰۰ Xg سانتریفوژ

[1] Azizi [3]
[2] Hong [3]
[3] Ayejuyo [3]

گردید. سپس توسط سمپلر ۵۰ میکرولیتر از قسمت فوقانی مایع برداشت و درون چاهک‌های میکرو پلیت الگو ریخته شد؛ سپس توسط سمپلر۸ کاناله ۱۵۰ میکرولیتر محلول بافر رقیق کننده به هر چاهک اضافه گردید که بدین ترتیب محلول با متانول٪۲۰ تهیه شد. در نهایت ۵۰ میکرولیتر از این محلول جهت تست الایزا برداشت و به پلیت اصلی منتقل گردید. در ضمن جهت عدم تداخل نمونه‌ها به هر لوله یک شماره اختصاص داده شد و در طول مراحل آزمایش این شماره ثابت، ملاک شناسایی نمونه قرار گرفت. طبق دستورالعمل شرکت سازنده کیت، باقر رقیق کننده ۴ برابر و بافر شستشو ۲۰ برابر رفیق می‌گردید که جهت این کار ۲۰ میلی لیتر باقر رقیق کننده با ۶۰ میلی لیتر آب مقطر مخلوط شده و به حجم ۸۰ میلی لیتر رسانده شد و ۳۰ میلی لیتر باقر شستشو با ۵۷۰ میلی لیتر آب مقطر مخلوط شده و به حجم ۶۰۰ میلی لیتر رسانده شد. جهت آماده سازی saunple dilution buffer ۲ میلی لیتر متانول ۱۰۰ درصد به ۸ میلی لیتر باقر رقیق کننده اضافه گردید. به دلیل لئوفیلیزه بودن ویال‌های کنژوگه و آنتی بادی به هر ویال ۴ میلی لیتر بافر رقیق کننده اضافه گردید. همچنین مطابق دستورالعمل کیت، مقدار ۱۰۰ میکرولیتر بافر رقیق سازی استاندارد در چاهک A_1 بعنوان شاهد و مقدار ۵۰ میکرولیتر از استاندارد صفر در چاهک B_1 بعنوان B_{MAX} (حدکثر جذب نوری) و مقدار ۵۰ میکرولیتر از هر محلول استاندارد آفلاتوکسینB_1 (۶استاندارد) تهیه شده بوسیله‌ی شرکت سازنده (Europro ima) در چاهک‌های C_1 تا H_1 ریخته شد. سپس مقدار ۵۰ میکرولیتر از هر یک از نمونه‌های آماده شده در مرحله قبل در مابقی چاهک‌ها افزوده شد. سپس مقدار ۲۵ میکرولیتر از محلول کونژوگه (flato$_x$ ine-H R P) و سپس ۲۵ میکرولیتر از محلول آنتی بادی در همه‌ی چاهک‌ها به جز چاهک شاهد افزوده شد. میکرو پلیت چند ثانیه تکان داده شده و سپس به مدت یک ساعت دور از نور در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد انکوبه گردید. سپس محلول موجود در چاهک‌ها از میکرو پلیت تخلیه و همه‌ی چاهک‌ها ۳ مرتبه با بافر شستشو، شسته شدند و قطرات باقی مانده با زدن میکروپلیت روی چند لایه دستمال کاغذی خشک و تمیز خارج گردید. سپس مقدار ۱۰۰ میکرولیتر از محلول سوبسترا به هر چاهک افزوده شد و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق (۲۰ - ۲۵ درجه سانتی‌گراد) انکوبه گردید. در این مرحله واکنش رنگی با رنگ آبی صورت گرفت که شدت رنگ با مقدار آفلاتوکسین موجود در نمونه رابطه عکس داشت. در خاتمه ۱۰۰ میکرولیتر از محلول متوقف کننده در هر چاهک ریخته شد و رنگ آبی به زرد تغییر یافت و بلافاصله میزان جذب نوری ($_0D$) نمونه‌ها با قرائت کننده مخصوص الایزا در طول موج ۴۵۰ nm قرائت گردید.

محاسبه نتایج

جذب نوری شاهد از جذب نوری نمونه‌ها و استانداردها کسر شده، سپس با تقسیم میزان جذب نوری نمونه‌ها و استانداردها در میزان جذب نوری استاندارد صفر که بیشترین جذب نوری را دارد، ضرب در صد، درصد جذب حاصل گردید.

$$\text{درصدجذب (OD)} = \frac{\text{جذب نوری شاهد – جذب نوری استاندارد یا نمونه}}{\text{جذب نوری استاندارد صفر}} \times ۱۰۰$$

رسم منحنی کالیبراسیون

حداکثر درصد جذب محاسبه شده برای نمونه‌های استاندارد، روی محور Y و غلظت آفلاتوکسین B_1 موجود در نمونه‌های استاندارد بر حسب نانوگرم در میلی لیتر (ng/ ml) روی محور X مشخص شده و منحنی کالیبراسیون به وسیله‌ی کامپیوتر رسم گردید. براساس درصد جذب هر نمونه و انطباق با منحنی کالیبراسیون میزان آفلاتوکسین B_1 هر نمونه حاصل شد.

تجزیه و تحلیل آماری

جهت مقایسه میزان آفلاتوکسین بین فصول مختلف، بین جیره‌های مختلف، بین فارم‌های مختلف، بین جیره‌های مختلف در فصول مختلف و بین جیره‌های مختلف در نیمه اول و نیمه دوم سال از آزمون Kruskal Wallis Test استفاده شد. در صورت معنی دار شدن تست اول، مقایسه دو تایی گروه‌ها توسط تست-mann withney U test با تصحیح bonferroni انجام شد.

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲، ص ۲۰-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

یافته‌ها

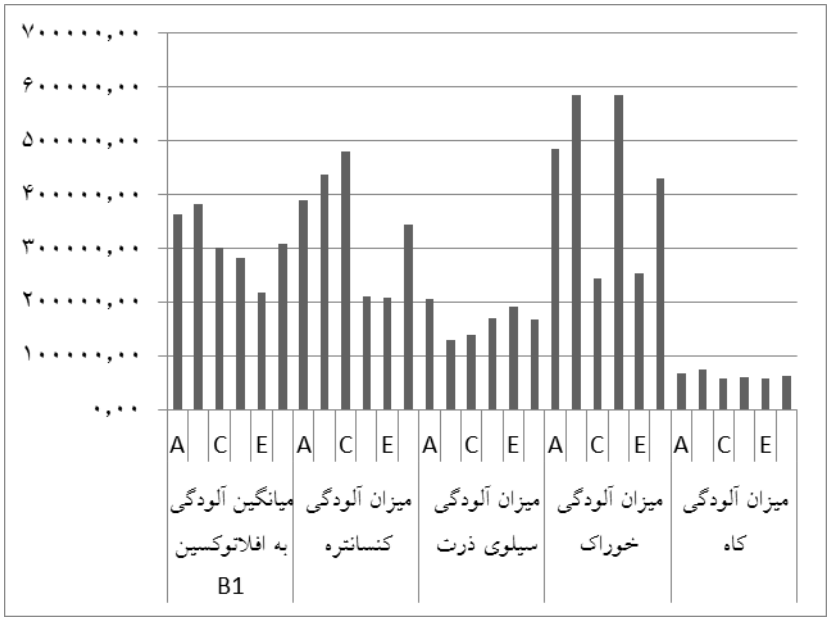
جدول۴-۱ دامنه، میانگین و انحراف معیار میزان آفلاتوکسین B1 در تمامی نمونه‌های خوراک دام طی فصلول مختلف سال

نوع خوراک	گاوداری	میانگین	انحراف استاندارد
میانگین آلودگی به افلاتوکسینB1	A	۳۶/۲۵۰۰	۱۳/۱۲۴۴۰
	B	۳۸/۲۵۰۰	۲۱/۱۸۷۶۵
	C	۳۰/۲۵۰۰	۲۱/۴۸۴۴۹
	D	۲۸/۲۵۰۰	۱۳/۶۷۱۷۵
	E	۲۱/۷۵۰۰	۷/۴۵۵۴۲
	کل	۳۰/۹۵۰۰	۱۵/۶۷۹۲۷
میزان آلودگی کنسانتره	A	۳۹/۰۰۰۰	۱۷/۹۰۷۱۷
	B	۴۳/۷۵۰۰	۵۲/۶۲۰۵۰
	C	۴۸/۰۰۰۰	۵۴/۲۲۷۹۱
	D	۲۱/۰۰۰۰	۱۳/۷۳۵۶۰
	E	۲۰/۷۵۰۰	۱۶/۹۱۸۹۲
	کل	۳۴/۵۰۰۰	۳۴/۱۴۵۹۷
میزان آلودگی سیلوی ذرت	A	۲۰/۵۰۰۰	۱۴/۳۸۷۴۹
	B	۱۲/۸۷۵۰	۲/۳۹۳۵۷
	C	۱۳/۸۷۵۰	۹/۶۱۲۲۸
	D	۱۷/۰۰۰۰	۴/۹۶۶۵۵
	E	۱۹/۲۵۰۰	۹/۳۹۴۱۵
	کل	۱۶/۷۰۰۰	۸/۶۷۱۴۹

ادامه جدول۴-۱ دامنه، میانگین و انحراف معیار میزان آفلاتوکسین B1 در تمامی نمونه‌های خوراک دام طی فصلول مختلف سال

میزان آلودگی خوراک	A	۴۸/۵۰۰۰	۱۹/۷۵۶۸۶
	B	۵۸/۶۲۵۰	۴۱/۵۹۶۰۲
	C	۲۴/۵۰۰۰	۱۲/۴۵۶۵۹
	D	۵۸/۵۰۰۰	۵۰/۱۴۹۷۸
	E	۲۵/۵۰۰۰	۲۰/۱۴۱۱۷
	کل	۴۳/۱۲۵۰	۳۲/۶۳۹۵۳
میزان آلودگی کاه	A	۶/۸۲۵۰	۰/۷۵۰۰۰
	B	۷/۴۰۰۰	۰/۹۸۹۹۵
	C	۵/۹۲۵۰	۰/۷۵۴۴۳
	D	۶/۰۰۰۰	۰/۸۱۶۵۰
	E	۵/۷۵۰۰	۰/۵۰۰۰
	کل	۶/۳۸۰۰	۰/۹۴۶۸۰

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲، ص ۲۰-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com



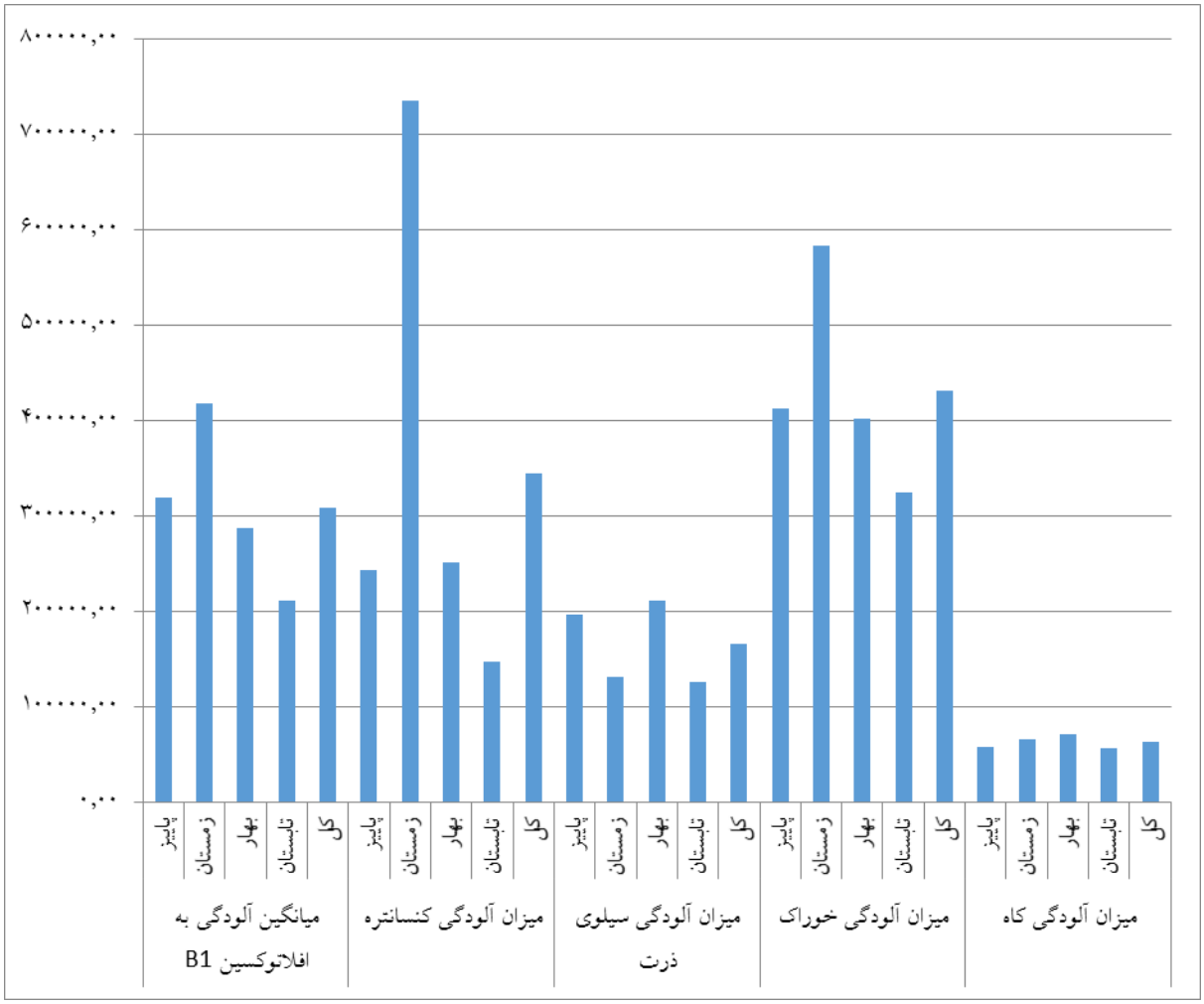
نمودار ۱-۱: میانگین و انحراف استاندارد آلودگی بر حسب گاوداری .....

جدول۴-۲: میانگین و انحراف استاندارد آلودگی بر حسب فصل

نوع خوراک	فصل	میانگین	انحراف استاندارد
میانگین آلودگی به افلاتوکسین B1	پاییز	۳۲/۰۰	۱۹/۱۷۰۲۹
	زمستان	۴۱/۸۰	۱۹/۴۳۴۵۱
	بهار	۲۸/۸۰	۱۱/۷۷۷۱۰
	تابستان	۲۱/۲۰	۳/۲۷۱۰۹
	کل	۳۰/۹۵	۱۵/۶۷۹۲۷
میزان آلودگی کنسانتره	پاییز	۲۴/۴۰	۱۹/۴۳۷۰۸
	زمستان	۷۳/۶۰	۴۷/۵۲۱۵۷
	بهار	۲۵/۲۰	۱۴/۴۴۶۴۵
	تابستان	۱۴/۸۰	۷/۸۵۴۹۳
	کل	۳۴/۵۰	۳۴/۱۴۵۹۷
میزان آلودگی سیلوی ذرت	پاییز	۱۹/۷۰	۱۲/۸۵۳۰۲
	زمستان	۱۳/۲۰	۲/۱۶۷۹۵
	بهار	۲۱/۲۰	۸/۴۰۸۳۳
	تابستان	۱۲/۷۰	۶/۶۸۵۸۱
	کل	۱۶/۷۰	۸/۶۷۱۴۹
میزان آلودگی خوراک	پاییز	۴۱/۳۰	۴۶/۶۷۳۸۷
	زمستان	۵۸/۴۰	۳۷/۸۰۶۰۸
	بهار	۴۰/۳۰	۲۷/۲۱۱۲۱
	تابستان	۳۲/۵۰	۱۶/۲۸۶۵۰

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲، ص ۲۰-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

	کل	۴۳/۱۲۵۰	۳۲/۶۳۹۵۳
میزان آلودگی کاه	پاییز	۵/۸۸	۰/۶۷۲۳۱
	زمستان	۶/۶۸	۰/۸۹۲۷۵
	بهار	۷/۲۰	۰/۹۲۷۳۶
	تابستان	۵/۷۶	۰/۶۳۴۸۲
	کل	۶/۳۸	۰/۹۴۶۸۰



نمودار۴-۲: میانگین و انحراف استاندارد آلودگی بر حسب فصل

نتایج حاصل از آزمایشات انجام گرفته طی ۴ فصل پاییز و زمستان ۱۳۹۷ و بهار و تابستان ۱۳۹۸ در این مطالعه، به منظور تعیین میزان سطح آلودگی آفلاتوکسین B_1 در ۸۰ نمونه خوراک دام شامل ۲۰ نمونه کنسانتره، ۲۰ نمونه سیلوی ذرت، ۲۰ نمونه خوراک آماده و ۲۰ نمونه کاه مصرفی در ۵ گاوداری پرورش گاو شیری شهر تربت حیدریه در جدول ۱-۷ منعکس شده است.

از ۸۰ نمونه خوراک آزمایش شده، تعداد ۸۰ نمونه با میانگین ۲۵/۷۹ میکروگرم آلوده به آفلاتوکسین B_1 بودند.

میانگین غلظت آفلاتوکسین B_1 در کل نمونه‌های کنسانتره، سیلوی ذرت، خوراک آماده و کاه در فصل پاییز به ترتیب ۲۴/۴، ۱۹/۷، ۴۱/۳ و ۵/۸۱ میکروگرم در کیلوگرم و در فصل زمستان به ترتیب۴۱/۸، ۷۳/۶، ۱۳/۲، ۵۸/۴و ۶/۶۸ میکروگرم در کیلوگرم و در فصل

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲، ص ۲۰-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

بهار به ترتیب ۲۸/۸، ۳۴/۵، ۲۱/۲، ۴۰/۳ و ۷/۲ میکروگرم در کیلوگرم و در فصل تابستان به‌ترتیب ۲۱/۱، ۱۶/۸، ۱۲/۷، ۳۲/۵ و ۵/۷۶ میکروگرم در کیلوگرم به‌دست آمد (جدول ۴-۲).

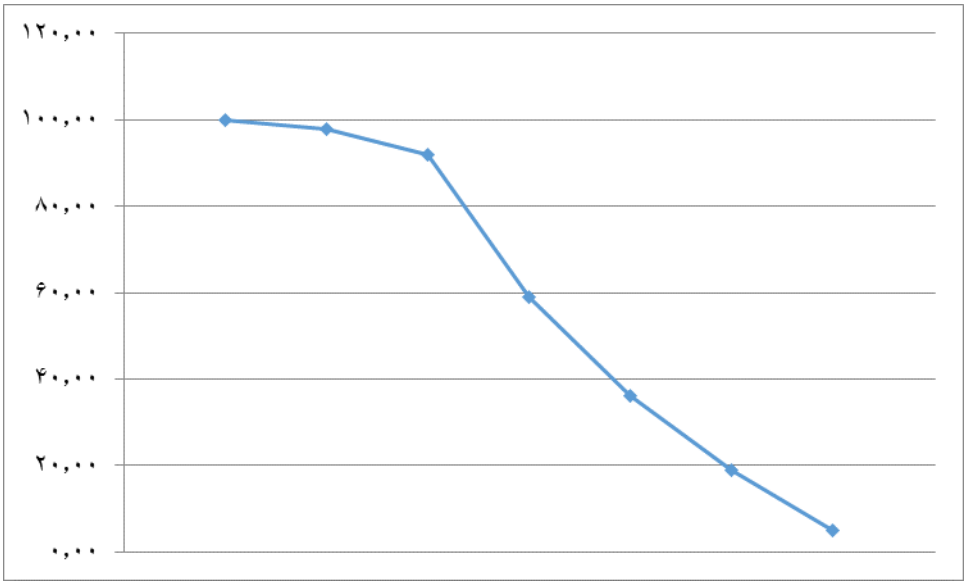
میانگین آلودگی اقلام خوراکی در فصل پاییز ۲۴/۵۹ میکروگرم در کیلوگرم، در فصل زمستان۴۸/۴۲ میکروگرم در کیلوگرم، در فصل بهار ۲۸/۶۷ میکروگرم در کیلوگرم و در فصل تابستان ۲۱/۷۱ میکروگرم در کیلوگرم به دست آمد.

بیشترین آفلاتوکسین B_1 ۳۲/۱۷ میکروگرم در کیلوگرم در گاوداری B و کمترین میزان آن ۱۸/۶ میکروگرم در کیلوگرم در E و میانگین میزان آلودگی در تمامی نمونه‌ها هم ۲۶/۳۲ میکروگرم در کیلوگرم به‌دست آمد.

بیشترین میزان آلودگی آفلاتوکسین B_1 بین سه جز خوراک بررسی شده، مربوط به نمونه‌های خوراک آماده با میانگین ۴۳/۱ میکروگرم در کیلوگرم و کمترین میزان آلودگی آن مربوط به کاه نمونه‌های با میانگین ۶/۳۸ میکروگرم در کیلوگرم بود (جدول ۴-۱؛ نمودار ۴-۱).

بیشترین میزان آلودگی آفلاتوکسین B_1 بین چهار فصل بررسی شده، مربوط به فصل زمستان با میانگین ۴۸/۴۲ میکروگرم در کیلوگرم و کمترین میزان مربوط به فصل تابستان با میانگین ۲۱/۷۱ میکروگرم در کیلوگرم بود (جدول ۴-۲؛ شکل ۴-۲).

سطح آلودگی به آفلاتوکسین B_1 در تمامی اقلام خوراکی بجز یک نمونه بالاتر از حداکثر میزان قابل قبول استاندارد ملی (۵ ng/g) بود.



نمودار۴-۳: منحنی استاندارد کیت AFB1

نتیجه گیری

آفلاتوکسین‌ها سمومی هستند که بوسیله تعدادی ازقارچها که برروی خوراک دام ومواد غذایی رشد می‌کنند، تولید شده ومی توانند بیماری آفلاتوکسیکوزیس را درحیوانات اهلی وانسان ایجاد کنند. در مورد این سموم وبیماری‌های حاصله درسراسر جهان تحقیقات زیادی صورت گرفته است. عوامل محیطی مختلفی برروی تولید آفلاتوکسین دخالت دارند از این رو شدت آلودگی بستگی به موقعیت جغرافیایی، شیوه کشاورزی، حساسیت محصولات کشاورزی قبل از درو، پروسه تهیه مواد غذایی ووضعیت انبار محصولات دارد. آفلاتوکسین‌ها نسبت به سایر سموم قارچی به علت اثرات سرطان زائی وایجاد مسمومیت حاد از اهمیت بیشتری برخوردارهستند. بسیاری ازکشورها با توجه به داشتن آلودگیهای قارچی در مواد غذایی ومحصولات کشاورزی با تصویب قوانین ومقررات ویژه‌ای توانسته‌اند بهداشت وسلامتی مواد غذایی تولیدی خود راتامین نمایند (آن و جانگ،[3][4] ۲۰۱۸).

[3] . An & Jang [4]

در مطالعه حاضر، از ۸۰ نمونه خوراک آزمایش شده، تعددا ۸۰ نمونه (۱۰۰٪) با میانگین ۲۵/۷۹ میکروگرم در کیلوگرم آلوده به آفلاتوکسین B_1 بودند و اکثر نمونه‌ها غلظتی بیش از حد مجاز استاندارد ایران (۵نانوگرم در گرم) داشتند.

نتایج این تحقیق نشان داد که بین میزان آلودگی سیلوی ذرت، خوراک دام، کنسانتره و کاه تفاوت معناداری وجود دارد و میزان آلودگی در فصل زمستان به طور قابل توجه‌ای بیش از فصل تابستان گزارش شد که دلیل آن ممکن است چون فصل تابستان فصل برداشت محصولات کشاورزی می‌باشد و گاوداران در این فصل خوراک دام خود را تهیه می‌کنند آلودگی بسیار کمتری دارند البته ناگفته نماند این تفاوت‌ها قابل توجه نیست که علت آن می‌تواند دمای بسیار پایین در فصل زمستان باشد.

در مطالعه‌ای روی آلودگی دانه‌های برنج و ذرت به آفلاتوکسین در استان Liaoning چین در سال ۲۰۰۶ انجام شد نیز آلودگی ذرت به طور قابل توجه‌ای کم بود که علت آن شرایط دمایی پایین این استان و نیز انبارهای استاندارد و مدرن با تهویه‌ی مناسب بیان شده است (لیو[۳۵] همکاران، ۲۰۰۶). البته شرایط دمایی پایین ذکر شده در این مطالعه با مطالعه‌ی حاضر همخوانی ندارد و احتمال آن وجود دارد که علت آلودگی کمتر از حد استاندارد در غذای دام مورد بررسی در این مطالعه به علت هوای سرد در فصل زمستان (دمای انجماد در شب و دمای نزدیک به یخچال در روز) و هوای خشک در فصل تابستان باشد، زیرا شهرستان تربت حیدریه در منطقه‌ی خشک و نیمه خشک واقع شده است. در این تحقیق به طور کلی بیشترین آلودگی در خوراک آماده و بعد از آن در کنسانتره، سیلوی ذرت و کمترین در کاه می‌باشد.

در مطالعه‌ای که در مورد وقوع قارچ‌های تولید کننده‌ی آفلاتوکسین در خوراک دام (گاو) در همدان طی فصول تابستان و زمستان توسط Ghiasian و Maghsood در سال ۲۰۱۱ انجام گرفت نشان داده شد که از میان ۷۱۳ نمونه‌ی جمع آوری شده‌ی مواد غذایی گاوهای ماده‌ی شهرستان همدان شامل نان خشک، سبوس گندم، کاه، یونجه، ملاس، جو و کنسانتره، همگی آلوده به متابولیت‌های ثانویه قارچی بودند و ۱۵۴۲ ایزوله‌ی قارچی از آنها جدا شد. به طور کلی بالاترین میزان نسبی سویه‌های آسپرژیلوس مربوط به کاه و یونجه و به ترتیب در فصول تابستان و زمستان بوده است. در این مطالعه آسپرژیلوس فلاووس در هر دو فصل مورد بررسی یافت شد (غیاسیان[۳۶]، ۲۰۱۱). براساس نتایج بدست آمده می‌توان این‌طور نتیجه گرفت که میزان آلودگی کاه و یونجه به سموم قارچی نیز بیش از سایر مواد غذایی مورد آزمون بود. نتایج این بررسی با پژوهش حاضر نیز همخوانی ندارد زیرا در مطالعه‌ی حاضر بیشترین آلودگی مربوط به خوراک دام و کنسانتره بوده و کمترین آلودگی مربوط به کاه بوده است.

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که در فصل بهار و تابستان مقدار آفلاتوکسین B_1 پایین می‌آید. میزان آلودگی خوراک‌های دام در فصول پاییز و زمستان بیشتر از سایر فصول می‌باشد که این خود می‌تواند به علت عدم در دسترس بودن علوفه تازه و هم‌چنین استفاده از علوفه انبار شده و عدم رعایت شایط نگهداری مناسب در انبارها باشد. و متأسفانه به دلیل انبارداری نامناسب، عدم دسترسی به علوفه تازه به اندازه کافی، شرایط بد ازیافت و عدم نگه‌داری صحیح نان‌های خشک در هر زمانی ایجاد آلودگی می‌کند.

نتایج مشخص کردند که میزان آلودگی به آفلاتوکسین B_1 در تمامی نمونه‌ها از حد مجاز استاندارد ایران بالاتر می‌باشد. این امر باعث بروز طیف وسیعی از اثرات زیان بار و مسمومیت مزمن و ضعف ایمنی در حیوانات شده که علاوه بر خسارت اقتصادی به صنعت دامپروری، اا‌ز آن جایی که بلع خوراک آلوده به آفلاتوکسین B_1 توسط حیوانات اهلی باعث تبدیل آنبه آفلاتوکسین M_1 شده که آن هم در شیر ترشح می‌شود و سلامت مصرف‌کنندگان نهایی را به خطر می‌اندازد. لذا باید یک برنامه ایمن برای تعیین نیازمندی‌ها برای پردازش و ذخیره خوراک حیوانات بنا نهاده شود. همچنین سعی می‌شود تا حد امکان خوراک با کیفیت در فارم‌ها مورد استفاده قرار گیرد، گر چه این امر نیازمند صرف هزینه‌ای بیشنر خواهد بود (الزوپیر و همکاران، ۲۰۰۹).

---

[3] . Liu [5]

[3] . Ghiasian [6]

سطح بالای آفلاتوکسین در نمونه‌های خوراک، نیاز به اقدامات نظارتی منظم و کنترل سطح آفلاتوکسین B1 را در محصولات کشاورزی که به عنوان خوراک دام و غذای انسان استفاده می‌شوند، تأیید می‌کند. روش الایزا می‌تواند روش موثری به منظور نظارت آلودگی آفلاتوکسین در تعداد زیادی از نمونه‌ها باشد و در صرفه‌جویی زمان و بها نیز موثر است (آیجویو[۳۷] ۲۰۱۱).

بهترین روش برای کنترل آلودگی به آفلاتوکسین‌ها، می‌تواند آموزش‌های مناسب کشاورزان در خصوص مراحل داشت و برداشت. محصولات به‌منظور جلوگیری از آلودگی به قارچ‌های آسپیرژیلوس و نیز دامداران به منظور نگهداری خوراک دام در شرایط مناسب انبارداری جهت پیشگیری از رشد و تکثیر قارچ‌های گروه آسپیرژیلوس و تولید آفلاوکسین‌ها باشد.

پیشنهادات

- بازدید از دامداری‌ها و ارائه خدمات مشاوره‌ای توسط کارشناسان.
- انجام اقدامات تشویقی برای دامدارانی که اصول بهداشتی را رعایت می‌کنند از طریق تحویل سهمیه خوراک دام با قیمت مناسب.
- اعطای وام‌های ضروری با سود کم به دامداران جهت احداث انبارهای ذخیره خوراک دام بهداشتی.
- بررسی کارخانجات تهیه خوراک دام از نظر آلودگی به آفلاتوکسین B_1.
- سطح وسیع‌تری از مواد غذایی مورد مصرف دام‌های شیری مورد بررسی قرار گیرند. و از روش‌هایی با دقت و حساسیت بالاتر مانند HPLC جهت تأیید تشخیص سطوح آلودگی استفاده گردد.
- آلودگی مواد غذایی به سم آفلاتوکسین که متابولیت ثانویه تولیدشده توسط قارچهای رشته‌ای میباشد، همواره یک مشکل اساسی درمورد ایمنی مواد غذایی مورد استفاده انسان بوده است. در این میان، آلودگی خوراک مصرفی دامها به دلیل امکان توانایی انتقال متابولیت‌های سمی آفلاتوکسین به سبد غذایی انسان، از طریق مصرف محصولات دامی آلوده، بایستی تحقیقاتی بیشتری در این زمینه صورت گیرد.

منابع و مأخذ

- افشاری، حسین؛ افشاری، مهدی؛ باقری، غلامرضا و لایی، قنبر (۱۳۹۲). بررسی اقر میدان مغناطیسی ایستا و زمان بر رشد قارچ آسپرژیلوس
- جلیل پور، جلیل؛ وهاب‌زاده رودسری، حبیب؛ سپهداری، ابولافضل و بژند، ذبیح‌اله (۱۳۹۲). اثر سمیت غذایی آلوده به آفلاتوکسین B_1 برشد، بازماندگی و برخی آنزیم‌های کبدی بچه ماهی ازون برون پرورشی. نشریه توسعه آبزی پروری (علوم زیستی). دوره۷، شماره۴، ص۱-۱۱.
- جمالی امام قیس، نگین و معینی، محمد مهدی (۱۳۸۹). مطالعه وضعیت آلودگی آفلاتوکسین در شیر و خوراک دام گاوداری‌های استان کرمانشاه با استفاده از روش الایزا. نشریه دامپزشکی(پژوهش و سازندگی). شماره۸۷.
- رحیمی، ابراهیم؛ کارگر، عبدالرسولو زمانی، فرشاد (۱۳۸۷). ارزیابی سطح آفلاتوکسین B_1 در خوراک دام مزارع گاو شیری استان چهار محال و بختیاری. پژوهش و سازندگی در امور دام و آزیان، شماره۷۹، تابستان۱۳۸۷.
- رضوی دهکردی، محمد (۱۳۵۴). جستجو و تعیین مقدار آفلاتوکسین در پنبه دانه و باقیمانده آن بعد از روغن کشی، پایان‌نامه دکترای حرفه‌ای رشته داروسازی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان.
- زابلی، فاطمه؛ غلام پورعزیزی، عیسی؛ روحی، سمانه و مهسا، عظیمی (۱۳۹۳). تعیین میزان آفلاتوکسین B_1 در نمونه‌های آرد گندم شهرستان چالوس (استان مازندران) به روش الیزا. نشریه علوم پزشکی زانکو. دوره۱۵، شماره۴۴، ص۶۰-۶۷.
- سالاری ر، حبیبی نجفی م ب، بروشکی م ط و همکاران. مقایسه دو روش الایزا و کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا در تعیین آفلاکتوسین B_1و اکراتوکسین A در فلفل قرمز ایران. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۱۳۹۰؛ ۲۱: ۴۸۱-۴۹۱.

[3] . Ayejuyo [7]

- سالمی، اردشیر؛ رحیمی، ابراهیم؛ فغانی، مصطفی و سالمی، نسیم (۱۳۹۳). تعیین میزان آفلاتوکسین B_1 در خوراک جوجه گوشتی در مرغداری‌های استان اصفهان. مجله پژوهش‌های بالینی دامپزشکی، دوره۵، شماره۲، ص۱۱۷-۱۲۳.
- صاحب قلم، هاله؛ محمدی ثانی، علی؛ مهریان سنگ آتش، معصومه (۱۳۹۲). حذب بیولوژیکی آفلاتوکسین B_1 توسط مخمر ساکارومایسی سرویزیه در خوراک دام. نوآوری در علوم و فناوری غذایی (علوم و فناوری غذایی). دوره۵، شماره۳، ص۹۹-۱۰۴.
- عباسی‌فر، آ. رجاییان، ح، شکرفروش، ش و عباسی‌فر، ر. (۱۳۸۴). بررسی میزان آلودگی آفلاتوکسین M_1 در شیر گاوداری‌های اطراف شیراز و یافتن منشاء آن در خوراک دام با استفاده از روش الایزا، کتاب خلاصه مقالات چهاردهمین کنگره ایران، صفحه۱۸۹.
- عظیمی، مهسا؛ غلام‌پورعزیزی، عیسی؛ روحی، سمانه و زابلی، فاطمه (۱۳۹۴). کاهش زیستی آفلاتوکسین B_1 در آرد گندم با استفاده از مخمر ساکارومایسس سرویزیه. نشریه طب جنوب. دوره۱۸، شماره۴، ص۷۰۱-۷۱۰.
- کاظمی، ع. ر (۱۳۷۸). بررسی میزان آلودگی کنجاله پنبه دانه مصرفی گاوداری‌های صنعتی اطراف اصفهان به آفلاتوکسین، پایان‌نامه دکترای حرفه‌ای رشته دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر کرد.
- مرتضوی، علی و طباطبایی، فریده (۱۳۷۶). توکسین‌های قارچی. چاپ اول، انتشارات دانشگاه فردوسی، مشهد، صفحات: ۶۵-۵۶، ۳۱-۳۹.
- مکتبی، سیاوش؛ حاجی حاجی کلایی، محمدرحیم؛ قربانپور، مسعود و ورنامخواستی، محمد (۱۳۹۳). مطالعه آفلاتوکسین B_1 در خوراک دام دامداری‌های گاو شیری سنتی اهواز. نشریه میکروبیولوژی دامپزشکی (پژوهشنامه دامپزشکی گرمسار). دوره۱۰، شماره۱، ص۴۵-۵۵.
- موثق، محمدحسین و آدینه‌وند، سعید (۱۳۹۲). مطالعه میزان آفلاتوکسین M_1 در شیر خام مراکز جکع‌آوری شیر در شهر تبریز. بهدشات مواد غذایی، دوره۳، ماره۱۰، ص۷۰-۶۳.
- Agag BI. Mycotoxins in foods and feeds 1- Aflatoxins. *The Assiut University Bulletin for Environmental Researches*, 2004; 7: 173-206.
- Aksoy A, Yavuz O, Das YK, Guvenc D, Muglali OH. Occurance of Aflatoxin B1, T-2 toxin and Zearalenon in compound animal feed. J. Anim. Vet. Adv. 2009;8(3): 403-407.
- Alexopoulos CJ, Mims CW, Blackwell M. Introductory mycology. 4th ed. Mashhad university's Jahadpubli. 1986. (In Persian).
- Ayejuyo OO, Olowu R A, Agbaje TO, Atamenwan M, Osundiya MO. Enzyme - Linked Immunosorbent Assay (Elisa) of Aflatoxin B1 in Groundnut and Cereal Grains in Lagos, Nigeria. Res.J.Chem.Sci.2011;1(8): 1-5.
- Azizi IG, Ghadi H, Azarmi M. Determination of aflatoxin B1 levels of the feedstuffs in traditional and semi-industrial cattle farms in Amol, Northen Iran. Asian J. Anim. vet. Adv. 2012;7(6): 528-534.
- Bakirdere S, Bora S, Bakirdere EG, *et al*. Aflatoxin species: their health effects and determination methods in different food stuffs. *Central European Journal of Chemistry*, 2012; 10: 675-685.
- Campagnollo, F. B., Ganev, K. C., Khaneghah, A. M., Portela, J. B., Cruz, A. G., Granato, D., ... & Sant'Ana, A. S. (2016). The occurrence and effect of unit operations for dairy products processing on the fate of aflatoxin M1: A review. *Food control*, *68*, 310-329
- Celik, T.; Sarimehmetoglu, B. and Kuplulu, O. (2005). Aflatoxin M1 Contamination in Pasteurized milk. Veterinarski Arhiv, 75 (1): 57-65.
- Colvin BM, Harrison LR, Grosser HS, Hall RF. Aflatoxicosis in feeder cattle. J. Am. Vet. Med. Assoc. 1984;184: 956.
- Dashti, B., Al-Hamli, S., Alomirah, H., Al-Zenki, S., Abbas, A. B., & Sawaya, W. (2009). Levels of aflatoxin M1 in milk, cheese consumed in Kuwait and occurrence of total aflatoxin in local and imported animal feed. *Food Control*, *20*(7), 686-690

- Deshpande SS. *Hand book of food toxicology*, Switzerland, CRC press, 2002; pp: 387-456.
- Elzupir AO, Younis YMH, Fadul MH, Elhussein AM. Determination of aflatoxins in animal feed in Khartoum state, Sudan. J. Anim. Vet. Adv. 2009;8(5): 1000-1003.
- Elzupir AO, Younis YMH, Fadul MH, Elhussein AM. Determination of aflatoxins in animal feed in Khartoum state, Sudan. J. Anim. Vet. Adv. 2009;8(5): 1000-1003.
- Ersali, A, Grigoran, K, Baho-Aldini, F, Ghasemi, R. and Ersali, M. (2008). Transition of Aflatoxin from Feedstuff to Animal Milk and Pasteurized Milk in Shiraz City and Suburbs (South Iran). Iranian Journal of Toxicology, 2(1): 161-168.
- Gary, SK. (2002). Veterinary Toxicology, 1st. ed., S.K jain for CBC Publisher and Distributors, Indian, PP: 208-212.
- Ghiasian SA, Maghsood AH. occurrence of aflatoxigenic fungi in cow feeds during the summer and winter season in Hamadan, iran. *African Journal of Microbiology Research*, 2011; 5: 516-521.
- Hussein HS, Brasel JM. Toxicity, metabolism and impact of mycotoxins on humans and animals. Toxicology. 2001;167: 101-134.
- Lindenfelser, LA. (1970): Food additives and contaminants. Inc Company, PP: 167-176.
- Liu Z, Gao J, Yu J.Aflatoxins in stored maize and rice grains in Liaoning province,china. *Journal of Stored Products Research*, 2006; 42: 468-479
- Messripour M, Gheisari MM. Occurrence of Aflatoxin B in Some Feedstuffs in Isfahan. Journal of Research in Agricultural Science. 2010;6: 49-55.
- Oancea S, Stoia M. Mycotoxins: A review of toxicology, analytical methods and health risks. Acta Universitatis Cibiniensis Series E: FOOD TECHNOLOGY. 2008;7(1).
- Pleadin, J., Vulić, A., Perši, N., Škrivanko, M., Capek, B., & Cvetnić, Ž. (2014). Aflatoxin B1 occurrence in maize sampled from Croatian farms and feed factories during 2013. *Food Control*, *40*, 286-291
- Purchase, IF. (1974). Mycotoxins. Elsevier Scientific Publishing Company, PP: 1-22.
- Rahimi E, Kargar AR, Zamani F. Assessment of aflatoxin B1 levels in animal feed of dairy farms in Chaharmahal & Bakhtiari. Pajouhsh & Sazandegi. 2009;79: 66-71. (In Persian).
- Ray AC, Abbitt B, Cotter SR, Murphy MJ, Reagor JC, Robinson RM, West JE, Whitford HW. Bovine abortion and death associated with consumption of aflatoxin contaminated peanuts. J. Am. Vet. Med. Assoc. 1986;184: 956.
- Roseanu A, Jecu L, Badea M, Evans R W. Mycotoxins: Anoverview on their quantification methods. ROM. J. BIOCHEM. 2010;47(1): 79–86.
- Salunkhe, DK. (1987). Alatoxin in food and feed. published by, BV. Bupta, PP: 18-28 and 40-63.
- Tajalli F, Sarabi Jamab M, Karazhyan R, Mohsenzadeh M, Mehraban Sang Atash M. The chemical contaminations in milk and dairy products. Mashhad university's jahad public. 2011. (In Persian).
- Wild CP, Turner PC, The toxicology of aflatoxins as a basis for public health decisions. *Mutagenesis*, 2002; 17: 471-481.
- Yabe K, Nakajima H. Enzyme reactions and genes in aflatoxin biosynthesis. Appl. Microbiol. Biotechnol. 2004;64: 745-755.
- An, Z., & Jang, C. H. (2018). Label-free optical detection of aflatoxin by using a liquid crystal-based immunosensor. *Microchemical Journal*, *142*, 335-342.