



دانشگاه فردوسی مشهد

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد

ارزیابی ارتباط بین پارامترهای میکروبی و شیمیایی با حضور آفلاتوکسین در نان خشک با استفاده از مدل‌های ریاضی پیشگو

محمدسهرابی بالسنی

استادان راهنما

دکتر فریده طباطبائی یزدی

دکتر مسعود یاور منش

استاد مشاور

دکتر سیدعلی مرتضوی

آبان ۱۳۹۰

تعهد نامه

عنوان پایان نامه: ارزیابی ارتباط بین پارامترهای میکروبی و شیمیایی با حضور آفلاتوکسین در نان خشک با استفاده از مدل‌های ریاضی پیشگو

اینجانب **محمد سهرابی بالسنی** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **علوم و صنایع غذایی** دانشکده **کشاورزی** دانشگاه فردوسی مشهد تحت راهنمایی **سرکار خانم دکتر طباطبایی و جناب آقای دکتر یاورمنش** متعهد می شوم:

- نتایج ارائه شده در این پایان نامه حاصل مطالعات علمی و عملی اینجانب بوده، مسئولیت صحت و اصالت مطالب مندرج را به طور کامل بر عهده می گیرم.
- در خصوص استفاده از نتایج پژوهش‌های محققان دیگر به مرجع مورد نظر استناد شده است.
- مطالب مندرج در این پایان نامه را اینجانب یا فرد دیگری به منظور اخذ هیچ نوع مدرک یا امتیازی تاکنون به هیچ مرجعی تسلیم نکرده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد. مقالات مستخرج از پایان نامه، ذیل نام دانشگاه فردوسی مشهد (Ferdowsi University of Mashhad) به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیر گذار بوده اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت خواهد شد.
- در خصوص استفاده از موجودات زنده یا بافتهای آنها برای انجام پایان نامه، کلیه ضوابط و اصول اخلاقی مربوطه رعایت شده است.

تاریخ

محمد سهرابی بالسنی

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد و بدون اخذ اجازه کتبی از دانشگاه قابل واگذاری به شخص ثالث نیست.
- استفاده از اطلاعات و نتایج این پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نیست.

چکیده

نان یک بستر و محیط مغذی برای رشد کپکهای مولد مایکوتوکسین را فراهم می آورد که رشد این کپک در شرایط مساعد منجر به تولید انواع مایکوتوکسین می گردد. تحقیقات مختلف نشان داده است که حضور انواع مایکوتوکسین در مواد غذایی موجب بروز بیماریهای خطرناک در انسان و دام می گردند. در کشور ما بیش از ۳۰-۲۵ درصد از نان تولیدی به صورت ضایعات نان یا نان خشک از چرخه مصرف مستقیم انسان خارج می شود و تقریباً اکثر ضایعات نان جهت تغذیه دام به مصرف می رسد. تحقیق پیش رو با هدف بررسی خصوصیات شیمیایی و میکروبی ضایعات نان شهر مشهد، تعیین میزان و فراوانی آلودگی ضایعات نان به انواع آفلاتوکسین و مقایسه آن با میزان مجاز اعلام شده آن در استاندارد ملی انجام گردید. این مطالعه بر مبنای طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی با نمونه گیری از ۱۳۰ نمونه ضایعات نان خشک طی سالهای ۸۸-۸۹ در شهر مشهد در تمامی فصول سال صورت پذیرفت و در آن آزمایشات شیمیایی شامل اندازه گیری pH و رطوبت و آزمایشات میکروبی شامل کشت و شمارش باکتری های هوازی مزوفیل و کلنی های قارچی مطابق با استانداردهای میکروبی و همچنین اندازه گیری آفلاتوکسین با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا انجام پذیرفت. در این تحقیق میزان آفلاتوکسین های G_1, B_2, B_1 و G_2 در نان خشک شهر مشهد، پارامترهای شیمیایی (pH و رطوبت) و همچنین پارامترهای میکروبی (شمارش کپک و مخمر) (با توجه به تعداد و نوع قارچ غالب و مشاهده میکروسکوپی) مورد ارزیابی قرار گرفتند. سپس بین پارامترهای شیمیایی به عنوان متغیر مستقل و شمارش کلنی قارچ به عنوان متغیر وابسته و همچنین بین پارامترهای میکروبی و شیمیایی به عنوان متغیر مستقل و تولید آفلاتوکسین به عنوان متغیر وابسته مدل های تجربی ریاضی پیشگو در رابطه با تولید توکسین ارائه گردید. در میان باکتری ها، جنس های استرپتوکوکوس، باسیل گرم منفی، کوکوباسیل گرم منفی و کوکوسی گرم منفی، گونه های غالب باکتریایی و در میان جنس های قارچی، کپک های رایزوپوس، اسپریژیلوس، پنی سیلیوم، موکور و مخمرها در نمونه های نان خشک غالب بودند. در ۳۰ درصد از نمونه ها آفلاتوکسین B_1 و در ۷/۶۹ درصد از نمونه ها آفلاتوکسین B_2 وجود داشت، آفلاتوکسین B_2 در نمونه هایی شناسایی گردید که مجموع مقدار آفلاتوکسین آن بیش از ۱۰ ppm بود و همچنین آفلاتوکسین G_1 و G_2 در هیچ نمونه ای شناسایی نگردید. در ۷۰ درصد از نمونه های مورد آزمون، آلودگی به آفلاتوکسین مشاهده نگردید و در ۲۱/۵۳ درصد از نمونه ها میزان آلودگی به مجموع آفلاتوکسین و همچنین آفلاتوکسین B_1 ، ۵-۰ ppm بود. در ۰/۷۶۹ درصد از نمونه ها میزان آلودگی در محدوده ppm ۱۰-۵ و در ۷/۶۹ درصد از نمونه ها آلودگی بیش از ۱۰ ppm و حداکثر ۹۲ ppm بود. یافته های این مطالعه با سایر پژوهش ها مطابقت دارد و نتایج نشان داد که در میان نمونه ها ۸/۴۶ درصد دارای آلودگی به آفلاتوکسین B_1 بیش از مقدار استاندارد ملی (۵ ppm) و ۶/۹۲ درصد دارای آلودگی به مجموع آفلاتوکسین ها بیش از مقدار استاندارد ملی (۲۰ ppm) بودند. بین رطوبت و pH با رشد کلنی قارچ در نان خشک ارتباطی مثبت و معنی دار وجود داشت و رشد کلنی قارچ و تولید آفلاتوکسین تحت تاثیر

شرایط محیطی و ویژگی های ماده اولیه (رطوبت و pH) قرار داشت. همچنین دما تاثیر معنی داری بر خصوصیات میکروبی نان خشک داشت و رشد کلنی قارچ، تعداد و مقادیر آلودگی به آفلاتوک سین در نمونه ها با تغییرات دمای محیط در فصول مختلف متفاوت بود. یافته های حاصل از مدل سازی مشخص نمود بین تعداد کپک به عنوان متغیر وابسته و پارامترهای شیمیایی به عنوان متغیر مستقل و همچنین بین مقدار آفلاتوکسین به عنوان متغیر وابسته و پارامترهای شیمیایی و میکروبی به عنوان متغیر مستقل ارتباط معنی داری وجود دارد. بررسی مجموع مدل های تجربی برازش یافته مشخص نمود که مدل های رگرسیون چند جمله ای از ضریب تبیین و ضریب تبیین تصحیح شده بالاتری نسبت به سایر رگرسیون ها برخوردار می باشند.

کلمات کلیدی: آفلاتوکسین، ضایعات نان، مدل سازی تجربی، متغیر مستقل، متغیر وابسته.

فهرست مطالب

فصل اول

۱ - مقدمه ۱

فصل دوم

۲- بررسی منابع ۵

۱-۲- خصوصیات عمومی قارچها ۵

۱-۱-۲- مشخصات کلی کپکها ۵

۲-۱-۲- مشخصات فیزیولوژیکی ۶

۱-۲-۱-۲- نیازهای رطوبتی ۶

۲-۲-۱-۲- نیازهای حرارتی ۶

۳-۲-۱-۲- نیاز به اکسیژن و pH ۷

۴-۲-۱-۲- نیازهای غذایی ۷

۵-۲-۱-۲- بازدارنده ها ۷

۲-۲- مایکوتوکسین ها ۸

۳-۲- آفلاتوکسین و خصوصیت آن ۹

۱-۳-۲- منابع غذایی و تولید آفلاتوکسین ۱۲

۲-۳-۲- عوامل موثر بر رشد کپک های آفلاتوکسین زا و عوامل موثر بر تولید آفلاتوکسین ۱۳

۱-۲-۳-۲- شرایط محیطی یا فاکتورهای خارجی ۱۳

۲-۲-۳-۲- تاثیر نوع کپک ۱۴

۳-۲-۳-۲- حضور میکروارگانیزم های رقیب ۱۴

۳-۳-۲- نیازهای محیطی و مکانهای دارای بیشترین فراوانی تولید آفلاتوکسین ۱۴

۴-۳-۲- بیماریزایی ۱۵

۱-۴-۳-۲- انواع آفلاتوکسیکوز ۱۶

۲-۴-۳-۲- نحوه بیماریزایی آفلاتوکسین ۱۷

۳-۴-۳-۲- حد مجاز آفلاتوکسین در مواد غذایی ۱۷

۵-۳-۲- آفلاتوکسین در محصولات پخت ۱۸

۴-۲- سینتیک میکروبی ۲۱

۱-۴-۲- مدل های سینتیکی ۲۲

۱-۱-۴-۲- مدل های نوع بلرادی ۲۲

۲-۱-۴-۲- مدل های نوع آرنیوس ۲۳

۳-۱-۴-۲- مدل های آرنیوس اصلاح شده یا مدل های دیوی ۲۳

۴-۱-۴-۲- مدل های چند جمله ای یا پاسخ سطحی ۲۳

۲-۴-۲- مدل های احتمالی ۲۴

۳-۴-۲- مدل های ارائه شده در خصوص رشد گونه های اسپرژیلوس و تولید توکسین ۲۵

فصل سوم

۲۷	۳- مواد و روش ها
۲۷	۳-۱- روش پژوهش
۲۸	۳-۱-۱- مواد و تجهیزات
۲۸	۳-۱-۱-۱- مواد شیمیایی
۲۹	۳-۱-۱-۲- تجهیزات
۳۰	۳-۱-۲- روش کار
۳۰	۳-۱-۲-۱- تهیه محلول ها
۳۲	۳-۱-۳- آماده سازی نمونه
۳۲	۳-۱-۳-۱- محلول استاندارد آفلاتوکسین های B و G
۳۲	۳-۱-۳-۲- محلول استاندارد ثانویه با غلظت ۸۰ ng/ml
۳۲	۳-۱-۳-۳- محلول های استاندارد کاری
۳۳	۳-۱-۴- مراحل انجام آزمون
۳۳	۳-۱-۴-۱- استخراج
۳۴	۳-۱-۴-۲- تخلیص
۳۴	۳-۱-۴-۳- جداسازی، تخلیص و تعیین مقدار توسط دستگاه HPLC
۳۶	۳-۲- طرح آماری

فصل چهارم

۳۷	۴- نتایج و بحث
۳۷	۴-۱- نتایج آزمون های میکروبی و شیمیایی (آمار توصیفی)
۴۲	۴-۱-۱- فصل تابستان (مرحله اول)
۴۵	۴-۱-۲- فصل پاییز (مرحله دوم)
۴۷	۴-۱-۳- فصل زمستان (مرحله سوم)
۴۹	۴-۱-۴- فصل زمستان (مرحله چهارم)
۵۱	۴-۱-۵- فصل بهار (مرحله پنجم)
۵۳	۴-۱-۶- نتایج بررسی و شناسایی انواع میکروارگانیسم های موجود در نمونه های نان خشک
۵۴	۴-۱-۷- اعتبار سنجی مقادیر آفلاتوکسین حاصله در HPLC
۵۵	۴-۱-۸- نتایج ارزیابی میزان آفلاتوکسین در نان خشک
۵۸	۴-۲- مدل سازی نتایج آزمایشات انجام شده
۵۸	۴-۲-۱- مدل های تجربی حاصل از اولین مرحله نمونه برداری (تابستان)
۵۹	۴-۲-۱-۱- ارتباط بین عوامل شیمیایی با تعداد کل کلنی های قارچ
۶۰	۴-۲-۱-۲- ارتباط بین عوامل شیمیایی با میزان آفلاتوکسین
۶۲	۴-۲-۱-۳- ارتباط بین تعداد کل کلنی های قارچ با میزان آفلاتوکسین
۶۷	۴-۲-۱-۴- ارتباط بین عوامل میکروبی و شیمیایی با میزان آفلاتوکسین
۶۷	۴-۲-۲- مدل های تجربی حاصل از دومین مرحله نمونه برداری (پاییز)
۶۷	۴-۲-۲-۱- ارتباط بین عوامل شیمیایی با تعداد کل کلنی های قارچ

- ۶۹ ۲-۲-۲-۴- ارتباط بین عوامل شیمیایی با میزان آفلاتوکسین
- ۷۱ ۳-۲-۲-۴- ارتباط بین تعداد کل کلنی های قارچ با میزان آفلاتوکسین
- ۷۵ ۴-۲-۲-۴- ارتباط بین عوامل میکروبی و شیمیایی با میزان آفلاتوکسین
- ۷۵ ۳-۲-۴- مدل های تجربی حاصل از سومین مرحله نمونه برداری (زمستان)
- ۷۵ ۱-۳-۲-۴- ارتباط بین عوامل شیمیایی با تعداد کل کلنی های قارچ
- ۷۷ ۲-۳-۲-۴- ارتباط بین عوامل شیمیایی با میزان آفلاتوکسین
- ۷۹ ۳-۳-۲-۴- ارتباط بین تعداد کل کلنی های قارچ با میزان آفلاتوکسین
- ۸۲ ۴-۳-۲-۴- ارتباط بین عوامل میکروبی و شیمیایی با میزان آفلاتوکسین
- ۸۳ ۴-۲-۴- مدل های تجربی حاصل از چهارمین مرحله نمونه برداری (زمستان)
- ۸۳ ۱-۴-۲-۴- ارتباط بین عوامل شیمیایی با تعداد کل کلنی های قارچ
- ۸۵ ۲-۴-۲-۴- ارتباط بین عوامل شیمیایی با میزان آفلاتوکسین
- ۸۷ ۳-۴-۲-۴- ارتباط بین تعداد کل کلنی های قارچ با میزان آفلاتوکسین
- ۹۰ ۴-۴-۲-۴- ارتباط بین عوامل میکروبی و شیمیایی با میزان آفلاتوکسین
- ۹۱ ۵-۲-۴- مدل های تجربی حاصل از پنجمین مرحله نمونه برداری (بهار)
- ۹۱ ۱-۵-۲-۴- ارتباط بین عوامل شیمیایی با تعداد کل کلنی های قارچ
- ۹۲ ۲-۵-۲-۴- ارتباط بین عوامل شیمیایی با میزان آفلاتوکسین
- ۹۴ ۳-۵-۲-۴- ارتباط بین تعداد کل کلنی های قارچ با میزان آفلاتوکسین
- ۹۹ ۴-۵-۲-۴- ارتباط بین عوامل میکروبی و شیمیایی با میزان آفلاتوکسین
- ۹۹ ۶-۲-۴- مدل های تجربی حاصل از کل نمونه ها
- ۹۹ ۱-۶-۲-۴- ارتباط بین عوامل شیمیایی با تعداد کل کلنی های قارچ
- ۱۰۱ ۲-۶-۲-۴- ارتباط بین عوامل شیمیایی با میزان آفلاتوکسین
- ۱۰۳ ۳-۶-۲-۴- ارتباط بین تعداد کل کلنی های قارچ با میزان آفلاتوکسین
- ۱۰۷ ۴-۶-۲-۴- ارتباط بین عوامل میکروبی و شیمیایی با میزان آفلاتوکسین
- ۱۰۸ ۳-۴- بررسی مدل های تجربی پیشگو و انتخاب مدل برتر
- ۱۱۱ ۱-۳-۴- مدل های منتخب برای مرحله اول نمونه برداری
- ۱۱۱ ۱-۱-۳-۴- ارتباط بین عوامل شیمیایی با تعداد کل کلنی های قارچ
- ۱۱۲ ۲-۱-۳-۴- ارتباط بین عوامل شیمیایی با میزان آفلاتوکسین
- ۱۱۳ ۳-۱-۳-۴- ارتباط بین تعداد کل کلنی های قارچ با میزان آفلاتوکسین
- ۱۱۳ ۴-۱-۳-۴- ارتباط بین عوامل میکروبی و شیمیایی با میزان آفلاتوکسین
- ۱۱۴ ۲-۳-۴- مدل های منتخب برای مرحله دوم نمونه برداری
- ۱۱۴ ۱-۲-۳-۴- ارتباط بین عوامل شیمیایی با تعداد کل کلنی های قارچ
- ۱۱۴ ۲-۲-۳-۴- ارتباط بین عوامل شیمیایی با میزان آفلاتوکسین
- ۱۱۵ ۳-۲-۳-۴- ارتباط بین تعداد کل کلنی های قارچ با میزان آفلاتوکسین
- ۱۱۶ ۴-۲-۳-۴- ارتباط بین عوامل میکروبی و شیمیایی با میزان آفلاتوکسین
- ۱۱۶ ۳-۳-۴- مدل های منتخب برای مرحله سوم نمونه برداری
- ۱۱۶ ۱-۳-۳-۴- ارتباط بین عوامل شیمیایی با تعداد کل کلنی های قارچ

۱۱۷	.....	۲-۳-۳-۴- ارتباط بین عوامل شیمیایی با میزان آفلاتوکسین
۱۱۸	.....	۳-۳-۳-۴- ارتباط بین تعداد کل کلنی های قارچ با میزان آفلاتوکسین
۱۱۹	.....	۴-۳-۳-۴- ارتباط بین عوامل میکروبی و شیمیایی بلمیزان آفلاتوکسین
۱۱۹	.....	۴-۳-۴- مدل های بدست آمده برای مرحله چهارم نمونه برداری
۱۱۹	.....	۱-۴-۳-۴- ارتباط بین عوامل شیمیایی با تعداد کل کلنی های قارچ
۱۲۰	.....	۲-۴-۳-۴- ارتباط بین عوامل شیمیایی با میزان آفلاتوکسین
۱۲۱	.....	۳-۴-۳-۴- ارتباط بین تعداد کل کلنی های قارچ با میزان آفلاتوکسین
۱۲۲	.....	۴-۴-۳-۴- ارتباط بین عوامل میکروبی و شیمیایی با میزان آفلاتوکسین
۱۲۲	.....	۵-۳-۴- مدل های بدست آمده برای مرحله پنجم نمونه برداری
۱۲۲	.....	۱-۵-۳-۴- ارتباط بین عوامل شیمیایی با تعداد کل کلنی های قارچ
۱۲۳	.....	۲-۵-۳-۴- ارتباط بین عوامل شیمیایی با میزان آفلاتوکسین
۱۲۴	.....	۳-۵-۳-۴- ارتباط بین تعداد کل کلنی های قارچ با میزان آفلاتوکسین
۱۲۵	.....	۴-۵-۳-۴- ارتباط بین عوامل میکروبی و شیمیایی با میزان آفلاتوکسین
۱۲۵	.....	۶-۳-۳- مدل های منتخب در کل نمونه ها
۱۲۵	.....	۱-۶-۳-۳- ارتباط بین عوامل شیمیایی با تعداد کل کلنی های قارچ
۱۲۶	.....	۲-۶-۳-۳- ارتباط بین عوامل شیمیایی با میزان آفلاتوکسین
۱۲۷	.....	۳-۶-۳-۳- ارتباط بین تعداد کل کلنی های قارچ با میزان آفلاتوکسین
۱۲۸	.....	۴-۶-۳-۳- ارتباط بین عوامل میکروبی و شیمیایی با میزان آفلاتوکسین

فصل پنجم

۱۳۳	نتیجه گیری و پیشنهادات
-----	-------	------------------------

فصل ششم

۱۳۵	منابع
-----	-------	-------

فهرست اشکال

۵۳	شکل ۴-۱. تنوع جنس های غالب قارچ در نمونه های نان خشک
۵۹	شکل ۴-۲. رویه حاصل از رگرسیون خطی مرکب
۶۰	شکل ۴-۳. رویه حاصل از رگرسیون چند جمله ای
۶۱	شکل ۴-۴. رویه حاصل از رگرسیون خطی مرکب
۶۲	شکل ۴-۵. رویه حاصل از رگرسیون چند جمله ای
۶۳	شکل ۴-۶. نمودار حاصل از رگرسیون خطی
۶۴	شکل ۴-۷. نمودار حاصل از رگرسیون نمایی
۶۵	شکل ۴-۸. نمودار حاصل از رگرسیون توان
۶۶	شکل ۴-۹. نمودار حاصل از رگرسیون چند جمله ای درجه ۳
۶۷	شکل ۴-۱۰. نمودار حاصل از رگرسیون چند جمله ای درجه ۲
۶۸	شکل ۴-۱۱. رویه حاصل از رگرسیون خطی مرکب
۶۹	شکل ۴-۱۲. رویه حاصل از رگرسیون چند جمله ای
۷۰	شکل ۴-۱۳. رویه حاصل از رگرسیون خطی مرکب
۷۱	شکل ۴-۱۴. رویه حاصل از رگرسیون چند جمله ای
۷۲	شکل ۴-۱۵. نمودار حاصل از رگرسیون خطی
۷۳	شکل ۴-۱۶. نمودار حاصل از رگرسیون نمایی
۷۴	شکل ۴-۱۷. نمودار حاصل از رگرسیون چند جمله ای درجه ۳
۷۴	شکل ۴-۱۸. نمودار حاصل از رگرسیون چند جمله ای درجه ۲
۷۶	شکل ۴-۱۹. رویه حاصل از رگرسیون خطی مرکب
۷۷	شکل ۴-۲۰. رویه حاصل از رگرسیون چند جمله ای
۷۸	شکل ۴-۲۱. رویه حاصل از رگرسیون خطی مرکب
۷۹	شکل ۴-۲۲. رویه حاصل از رگرسیون چند جمله ای
۸۰	شکل ۴-۲۳. نمودار حاصل از رگرسیون خطی
۸۰	شکل ۴-۲۴. نمودار حاصل از رگرسیون نمایی
۸۱	شکل ۴-۲۵. نمودار حاصل از رگرسیون چند جمله ای درجه ۳
۸۲	شکل ۴-۲۶. نمودار حاصل از رگرسیون چند جمله ای درجه ۲
۸۴	شکل ۴-۲۷. رویه حاصل از رگرسیون خطی مرکب
۸۵	شکل ۴-۲۸. رویه حاصل از رگرسیون چند جمله ای
۸۶	شکل ۴-۲۹. نمودار حاصل از رگرسیون خطی مرکب
۸۷	شکل ۴-۳۰. نمودار حاصل از رگرسیون چند جمله ای
۸۷	شکل ۴-۳۱. نمودار حاصل از رگرسیون خطی
۸۸	شکل ۴-۳۲. نمودار حاصل از رگرسیون نمایی
۸۹	شکل ۴-۳۳. نمودار حاصل از رگرسیون چند جمله ای درجه ۳
۹۰	شکل ۴-۳۴. نمودار حاصل از رگرسیون چند جمله ای درجه ۲

- شکل ۴-۳۵. رویه حاصل از رگرسیون خطی مرکب ۹۱
- شکل ۴-۳۶. رویه حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۹۲
- شکل ۴-۳۷. رویه حاصل از رگرسیون خطی مرکب ۹۳
- شکل ۴-۳۸. رویه حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۹۴
- شکل ۴-۳۹. رویه حاصل از رگرسیون خطی ۹۵
- شکل ۴-۴۰. رویه حاصل از رگرسیون نمایی ۹۶
- شکل ۴-۴۱. نمودار حاصل از رگرسیون توان ۹۷
- شکل ۴-۴۲. نمودار حاصل از رگرسیون چند جمله ای درجه ۳ ۹۸
- شکل ۴-۴۳. نمودار حاصل از رگرسیون چند جمله ای درجه ۲ ۹۸
- شکل ۴-۴۴. رویه حاصل از رگرسیون خطی مرکب ۱۰۰
- شکل ۴-۴۵. رویه حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۰۱
- شکل ۴-۴۶. رویه حاصل از رگرسیون خطی مرکب ۱۰۲
- شکل ۴-۴۷. رویه حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۰۳
- شکل ۴-۴۸. رویه حاصل از رگرسیون خطی ۱۰۴
- شکل ۴-۴۹. رویه حاصل از رگرسیون نمایی ۱۰۴
- شکل ۴-۵۰. نمودار حاصل از رگرسیون توان ۱۰۵
- شکل ۴-۵۱. نمودار حاصل از رگرسیون چند جمله ای درجه ۳ ۱۰۶
- شکل ۴-۵۲. نمودار حاصل از رگرسیون چند جمله ای درجه ۲ ۱۰۷
- شکل ۴-۵۳. نقشه پیش بینی حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۱۲
- شکل ۴-۵۴. رویه حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۱۲
- شکل ۴-۵۵. نقشه پیش بینی حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۱۲
- شکل ۴-۵۶. رویه حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۱۲
- شکل ۴-۵۷. نمودار حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۱۳
- شکل ۴-۵۸. نقشه پیش بینی حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۱۴
- شکل ۴-۵۹. رویه حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۱۴
- شکل ۴-۶۰. نقشه پیش بینی حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۱۵
- شکل ۴-۶۱. رویه حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۱۵
- شکل ۴-۶۲. نمودار حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۱۶
- شکل ۴-۶۳. نقشه پیش بینی حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۱۷
- شکل ۴-۶۴. رویه حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۱۷
- شکل ۴-۶۵. نقشه پیش بینی حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۱۸
- شکل ۴-۶۶. رویه حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۱۸
- شکل ۴-۶۷. نمودار حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۱۹
- شکل ۴-۶۸. نقشه پیش بینی حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۲۰
- شکل ۴-۶۹. رویه حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۲۰
- شکل ۴-۷۰. نقشه پیش بینی حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۲۱

- شکل ۴-۷۱. رویه حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۲۱
- شکل ۴-۷۲. نمودار حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۲۱
- شکل ۴-۷۳. نقشه پیش بینی حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۲۳
- شکل ۴-۷۴. رویه حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۲۳
- شکل ۴-۷۵. نقشه پیش بینی حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۲۴
- شکل ۴-۷۶. رویه حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۲۴
- شکل ۴-۷۷. نمودار حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۲۵
- شکل ۴-۷۸. نقشه پیش بینی حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۲۶
- شکل ۴-۷۹. رویه حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۲۶
- شکل ۴-۸۰. نقشه پیش بینی حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۲۷
- شکل ۴-۸۱. رویه حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۲۷
- شکل ۴-۸۲. نمودار حاصل از رگرسیون چند جمله ای ۱۲۸

فهرست جداول

جدول ۳-۱. راهنمای آماده سازی محلول های استاندارد کاری با حجم ۳ میلی لیتر	۳۳
جدول ۳-۲. درصد بازیافت قابل قبول بر حسب سطح آلودگی	۳۵
جدول ۴-۱. آنالیز واریانس متغیرهای پژوهش	۳۷
جدول ۴-۲. میانگین مقادیر آزمون های میکروبی و شیمیایی در مراحل مختلف نمونه برداری	۳۹
جدول ۴-۳. همبستگی بین آزمون های میکروبی و شیمیایی (کل نمونه ها)	۴۱
جدول ۴-۴. آنالیز میکروبی و شیمیایی در مرحله اول نمونه برداری (نان خشک شهر مشهد در فصل تابستان)	۴۲
جدول ۴-۵. همبستگی بین آزمون های میکروبی و شیمیایی در مرحله اول نمونه برداری (نان خشک شهر مشهد در فصل تابستان)	۴۳
جدول ۴-۶. آنالیز میکروبی و شیمیایی در مرحله دوم نمونه برداری (نان خشک شهر مشهد در فصل پاییز)	۴۵
جدول ۴-۷. همبستگی بین آزمون های میکروبی و شیمیایی در مرحله دوم نمونه برداری (مپنان خشک شهر مشهد در فصل پاییز)	۴۶
جدول ۴-۸. آنالیز میکروبی و شیمیایی در مرحله سوم نمونه برداری (نان خشک شهر مشهد در فصل زمستان)	۴۸
جدول ۴-۹. همبستگی بین آزمون های میکروبی و شیمیایی در مرحله سوم نمونه برداری (نان خشک شهر مشهد در فصل زمستان)	۴۹
جدول ۴-۱۰. آنالیز میکروبی و شیمیایی در مرحله چهارم نمونه برداری (نان خشک شهر مشهد در فصل زمستان)	۴۹
جدول ۴-۱۱. همبستگی بین آزمون های میکروبی و شیمیایی در مرحله چهارم نمونه برداری (نان خشک شهر مشهد در فصل زمستان)	۵۰
جدول ۴-۱۲. آنالیز میکروبی و شیمیایی در مرحله پنجم نمونه برداری (نان خشک شهر مشهد در فصل بهار)	۵۱
جدول ۴-۱۳. همبستگی بین آزمون های میکروبی و شیمیایی در مرحله پنجم نمونه برداری (نان خشک شهر مشهد در فصل بهار)	۵۲
جدول شماره ۴-۱۴. اعتبار سنجی مقادیر آفلاتوکسین نان خشک در HPLC	۵۴
جدول ۴-۱۵. میزان آلودگی نان خشک در مراحل مختلف نمونه برداری	۵۶
جدول ۴-۱۶. نتایج آنالیز تابعیت	۵۹
جدول ۴-۱۷. نتایج آنالیز واریانس	۵۹
جدول ۴-۱۸. نتایج آنالیز تابعیت	۶۰
جدول ۴-۱۹. نتایج آنالیز واریانس	۶۰
جدول ۴-۲۰. نتایج آنالیز تابعیت	۶۱
جدول ۴-۲۱. نتایج آنالیز واریانس	۶۱
جدول ۴-۲۲. نتایج آنالیز تابعیت	۶۲
جدول ۴-۲۳. نتایج آنالیز واریانس	۶۲
جدول ۴-۲۴. نتایج آنالیز تابعیت	۶۳
جدول ۴-۲۵. نتایج آنالیز واریانس	۶۳
جدول ۴-۲۶. نتایج آنالیز تابعیت	۶۳
جدول ۴-۲۷. نتایج آنالیز واریانس	۶۴

۶۴	جدول ۴-۲۸. نتایج آنالیز تابعیت
۶۴	جدول ۴-۲۹. نتایج آنالیز واریانس
۶۵	جدول ۴-۳۰. نتایج آنالیز تابعیت
۶۵	جدول ۴-۳۱. نتایج آنالیز واریانس
۶۶	جدول ۴-۳۲. نتایج آنالیز تابعیت
۶۶	جدول ۴-۳۳. نتایج آنالیز واریانس
۶۷	جدول ۴-۳۴. نتایج آنالیز تابعیت
۶۷	جدول ۴-۳۵. نتایج آنالیز واریانس
۶۸	جدول ۴-۳۶. نتایج آنالیز تابعیت
۶۸	جدول ۴-۳۷. نتایج آنالیز واریانس
۶۹	جدول ۴-۳۸. نتایج آنالیز تابعیت
۶۹	جدول ۴-۳۹. نتایج آنالیز واریانس
۷۰	جدول ۴-۴۰. نتایج آنالیز تابعیت
۷۰	جدول ۴-۴۱. نتایج آنالیز واریانس
۷۱	جدول ۴-۴۲. نتایج آنالیز تابعیت
۷۱	جدول ۴-۴۳. نتایج آنالیز واریانس
۷۲	جدول ۴-۴۴. نتایج آنالیز تابعیت
۷۲	جدول ۴-۴۵. نتایج آنالیز واریانس
۷۲	جدول ۴-۴۶. نتایج آنالیز تابعیت
۷۳	جدول ۴-۴۷. نتایج آنالیز واریانس
۷۳	جدول ۴-۴۸. نتایج آنالیز تابعیت
۷۳	جدول ۴-۴۹. نتایج آنالیز واریانس
۷۴	جدول ۴-۵۰. نتایج آنالیز تابعیت
۷۴	جدول ۴-۵۱. نتایج آنالیز واریانس
۷۵	جدول ۴-۵۲. نتایج آنالیز تابعیت
۷۵	جدول ۴-۵۳. نتایج آنالیز واریانس
۷۵	جدول ۴-۵۴. نتایج آنالیز تابعیت
۷۶	جدول ۴-۵۵. نتایج آنالیز واریانس
۷۶	جدول ۴-۵۶. نتایج آنالیز تابعیت
۷۷	جدول ۴-۵۷. نتایج آنالیز واریانس
۷۷	جدول ۴-۵۸. نتایج آنالیز تابعیت
۷۷	جدول ۴-۵۹. نتایج آنالیز واریانس
۷۸	جدول ۴-۶۰. نتایج آنالیز تابعیت
۷۸	جدول ۴-۶۱. نتایج آنالیز واریانس
۷۹	جدول ۴-۶۲. نتایج آنالیز تابعیت
۷۹	جدول ۴-۶۳. نتایج آنالیز واریانس

۸۰	جدول ۴-۶۴. نتایج آنالیز تابعیت
۸۰	جدول ۴-۶۵. نتایج آنالیز واریانس
۸۱	جدول ۴-۶۶. نتایج آنالیز تابعیت
۸۱	جدول ۴-۶۷. نتایج آنالیز واریانس
۸۲	جدول ۴-۶۸. نتایج آنالیز تابعیت
۸۲	جدول ۴-۶۹. نتایج آنالیز واریانس
۸۲	جدول ۴-۷۰. نتایج آنالیز تابعیت
۸۳	جدول ۴-۷۱. نتایج آنالیز واریانس
۸۳	جدول ۴-۷۲. نتایج آنالیز تابعیت
۸۳	جدول ۴-۷۳. نتایج آنالیز واریانس
۸۴	جدول ۴-۷۴. نتایج آنالیز تابعیت
۸۴	جدول ۴-۷۵. نتایج آنالیز واریانس
۸۵	جدول ۴-۷۶. نتایج آنالیز تابعیت
۸۵	جدول ۴-۷۷. نتایج آنالیز واریانس
۸۶	جدول ۴-۷۸. نتایج آنالیز تابعیت
۸۶	جدول ۴-۷۹. نتایج آنالیز واریانس
۸۷	جدول ۴-۸۰. نتایج آنالیز تابعیت
۸۷	جدول ۴-۸۱. نتایج آنالیز واریانس
۸۸	جدول ۴-۸۲. نتایج آنالیز تابعیت
۸۸	جدول ۴-۸۳. نتایج آنالیز واریانس
۸۹	جدول ۴-۸۴. نتایج آنالیز تابعیت
۸۹	جدول ۴-۸۵. نتایج آنالیز واریانس
۸۹	جدول ۴-۸۶. نتایج آنالیز تابعیت
۹۰	جدول ۴-۸۷. نتایج آنالیز واریانس
۹۰	جدول ۴-۸۸. نتایج آنالیز تابعیت
۹۰	جدول ۴-۸۹. نتایج آنالیز واریانس
۹۱	جدول ۴-۹۰. نتایج آنالیز تابعیت
۹۱	جدول ۴-۹۱. نتایج آنالیز واریانس
۹۲	جدول ۴-۹۲. نتایج آنالیز تابعیت
۹۲	جدول ۴-۹۳. نتایج آنالیز واریانس
۹۳	جدول ۴-۹۴. نتایج آنالیز تابعیت
۹۳	جدول ۴-۹۵. نتایج آنالیز واریانس
۹۴	جدول ۴-۹۶. نتایج آنالیز تابعیت
۹۴	جدول ۴-۹۷. نتایج آنالیز واریانس
۹۵	جدول ۴-۹۸. نتایج آنالیز تابعیت
۹۵	جدول ۴-۹۹. نتایج آنالیز واریانس

٩٥	جدول ٤-١٠٠. نتایج آنالیز تابعیت
٩٦	جدول ٤-١٠١. نتایج آنالیز واریانس
٩٦	جدول ٤-١٠٢. نتایج آنالیز تابعیت
٩٦	جدول ٤-١٠٣. نتایج آنالیز واریانس
٩٧	جدول ٤-١٠٤. نتایج آنالیز تابعیت
٩٧	جدول ٤-١٠٥. نتایج آنالیز واریانس
٩٨	جدول ٤-١٠٦. نتایج آنالیز تابعیت
٩٨	جدول ٤-١٠٧. نتایج آنالیز واریانس
٩٩	جدول ٤-١٠٨. نتایج آنالیز تابعیت
٩٩	جدول ٤-١٠٩. نتایج آنالیز واریانس
٩٩	جدول ٤-١١٠. نتایج آنالیز تابعیت
١٠٠	جدول ٤-١١١. نتایج آنالیز واریانس
١٠٠	جدول ٤-١١٢. نتایج آنالیز تابعیت
١٠١	جدول ٤-١١٣. نتایج آنالیز واریانس
١٠١	جدول ٤-١١٤. نتایج آنالیز تابعیت
١٠١	جدول ٤-١١٥. نتایج آنالیز واریانس
١٠٢	جدول ٤-١١٦. نتایج آنالیز تابعیت
١٠٢	جدول ٤-١١٧. نتایج آنالیز واریانس
١٠٣	جدول ٤-١١٨. نتایج آنالیز تابعیت
١٠٣	جدول ٤-١١٩. نتایج آنالیز واریانس
١٠٤	جدول ٤-١٢٠. نتایج آنالیز تابعیت
١٠٤	جدول ٤-١٢١. نتایج آنالیز واریانس
١٠٥	جدول ٤-١٢٢. نتایج آنالیز تابعیت
١٠٥	جدول ٤-١٢٣. نتایج آنالیز واریانس
١٠٦	جدول ٤-١٢٤. نتایج آنالیز تابعیت
١٠٦	جدول ٤-١٢٥. نتایج آنالیز واریانس
١٠٦	جدول ٤-١٢٦. نتایج آنالیز تابعیت
١٠٧	جدول ٤-١٢٧. نتایج آنالیز واریانس
١٠٧	جدول ٤-١٢٨. نتایج آنالیز تابعیت
١٠٨	جدول ٤-١٢٩. نتایج آنالیز واریانس

فهرست علائم و اختصارات

معادل فارسی	معادل انگلیسی	علامت
آسپرژیلوس نومیوس	<i>Aspergillus nomius</i>	<i>A. nomius</i>
آسپرژیلوس فلاووس	<i>Aspergillus flavus</i>	<i>A. flavus</i>
آسپرژیلوس اکراسئوس	<i>Aspergillus ochraceus</i>	<i>A. ochraceus</i>
آسپرژیلوس پارازیتیکوس	<i>Aspergillus parasiticus</i>	<i>A. parasiticus</i>
آسپرژیلوس نیجر	<i>Aspergillus niger</i>	<i>A. niger</i>
آسپرژیلوس اوریزا	<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>A. oryzae</i>
ضریب تبیین تصحیح شده	Adjusted R Square	Adj Rsqr
آفلاتوکسین B ₁	Aflatoxin B ₁	AFB ₁
آفلاتوکسین B ₂	Aflatoxin B ₂	AFB ₂
اپوکسید ۲ و ۳-آفلاتوکسین B ₁	AFB ₁ -2,3-Epoxide	AFBO
آفلاتوکسین G ₁	Aflatoxin G ₁	AFG ₁
آفلاتوکسین G ₂	Aflatoxin G ₂	AFG ₂
آفلاتوکسین L	Aflatoxin L	AFL
آفلاتوکسین LH ₁	Aflatoxin LH ₁	AFLH ₁
آفلاتوکسین M ₁	Aflatoxin M ₁	AFM ₁
آفلاتوکسین P ₁	Aflatoxin P ₁	AFP ₁
آفلاتوکسین Q ₁	Aflatoxin Q ₁	AFQ ₁
فعالیت آبی	<i>Water activity</i>	a _w
تعداد پرگنه	colony form unit	cfu
ستون ایمنوآفینیتی	Immuno Affinity Column	IAC
میلی لیتر	milli liter	ml
نانوگرم	nano gram	ng
قسمت در بیلیون	part per billion	ppb
قسمت در میلیون	part per million	ppm
ضریب تبیین	R Square	Rsqr

۱- مقدمه

نان گندم یکی از قدیمی ترین، متداولترین و مهمترین مواد غذایی مورد مصرف انسان می باشد که در کشورهای متعددی از جمله کشور ما قوت غالب مردم را تشکیل می دهد. این ماده غذایی در بسیاری از کشورها به عنوان ماده غذایی مقدس شناخته می شود و در بین سایر محصولات غذایی، کم بهاترین ماده غذایی بیشتر مردم دنیا می باشد. قدمت آشنایی انسان با این ماده به حدود ۴-۵ هزار سال قبل از میلاد بر می گردد (غلامی پریزاد و همکاران، ۱۳۸۴).

مطالعات نشان داده اند که مصرف حدود ۳۰۰ گرم نان در روز می تواند حدود ۵۰ درصد پروتئین، ۶۰ درصد تیامین و نیاسین، ۴۰ درصد کلسیم و ۸۰ درصد از آهن مورد نیاز بدن یک فرد بزرگسال را تأمین نماید (زندى و همکاران، ۱۳۷۵ و کارگر و مظفری، ۲۰۰۲).

در ایران ۶۵-۶۰ درصد از پروتئین و کالری، ۳-۲ گرم از املاح معدنی و قسمت اعظم نمک طعام روزانه از خوردن نان تأمین می شود. به طور متوسط هر ایرانی روزانه ۳۵۰-۳۰۰ گرم نان مصرف می کند. در کشورهای مختلف نان بین ۸۰-۱۸ درصد مواد غذایی مردم را تأمین نموده و در مواردی نان به عنوان منبع اصلی تأمین برخی از مواد اساسی مورد نیاز بدن عمل می کند (رجب زاده، ۱۳۶۴؛ امیر احمدی، ۱۳۷۴ و ملکوتیان ولولویی، ۱۳۸۲).

پژوهش‌ها مشخص نموده است که نان مهم‌ترین منبع تغذیه و اصلی‌ترین منبع تأمین‌کننده انرژی، پروتئین، مواد معدنی و برخی از ویتامینهای مورد نیاز روزانه انسانها در کشورهای مختلف می‌باشد (غلامی پریزاد و همکاران، ۱۳۸۷). در کشور ما به طور متوسط ۴۶/۲ درصد از کل انرژی مصرفی روزانه یک نفر شهری و ۵۹/۳ درصد از کل انرژی مصرفی روزانه یک نفر روستایی را نان تشکیل می‌دهد و وابستگی تغذیه‌ای به نان با کم شدن درآمد خانوار، نسبت کاملاً مستقیم دارد. بر اساس محاسبات انجام شده هر نفر در کم درآمدترین خانوارهای روستایی ۸۱ درصد و در کم درآمدترین خانوارهای شهری ۷۳ درصد از انرژی مصرفی روزانه خود را از طریق نان تأمین می‌کند، به عبارت دیگر هرچه خانواده فقیرتر و کم درآمدتر باشد مقدار مصرف نان آن بیشتر است (امیر احمدی، ۱۳۷۴ و ملکوتیان ولولویی، ۱۳۸۲).

بر اساس تحقیقی که توسط انستی تو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور انجام شده است، میانگین مصرف نان در استانهای مختلف حداقل ۳۱۴ (استان مازندران) و حداکثر ۵۰۵ گرم (استان کهگیلویه و بویراحمد) بوده است (غفارپور، ۱۳۷۴ و شریعتی فر، ۱۳۸۰). با توجه به میزان مصرف و نقش تأثیرگذار نان در جامعه، در صورت عدم رعایت نکات بهداشتی در فرآیند تولید و نگهداری، نان می‌تواند آلودگی‌های شیمیایی، میکروبی و حتی ایجاد برخی بیماریها را در جامعه گسترش دهد (رجب زاده، ۱۳۶۴).

پژوهش‌های صورت پذیرفته در خصوص ضایعات نان در کشور تا قبل از اجرای طرح هدفمندسازی یارانه‌ها، مشخص نمود که ۲۰-۳۰ درصد از نان تولیدی در کشور به عنوان ضایعات نان (نان خشک) یا ضایعات ثانویه از چرخه مصرف مستقیم انسان خارج می‌شود (بحرینی و تذهیبی، ۱۳۷۹ و شریعتی فر، ۱۳۸۰).

در ایران تقریباً اکثر ضایعات نان به مصرف تغذیه دام می‌رسد. مصرف ضایعات نان در دامداریها و مرغداریها موجب می‌شود مایکوتوکسین موجود در ضایعات نان وارد شیر، فرآورده‌های لبنی و گوشت آنها شده و در نهایت این سموم به بدن انسان وارد گردیده و ایجاد مایکوتوکسیکوز نماید (مؤذنی و نودری، ۱۳۷۸ و مهدی زاده و همکاران، ۱۳۸۷).

نوروزی و همکاران (۱۳۷۸) گزارش دادند که بسیاری از گاوداریهای اطراف شیراز از نان خشک کپک زده به عنوان قسمتی از جیره غذایی استفاده می کنند که حاوی مقدار زیادی آفلاتوکسین است. این سموم نه تنها باعث مسمومیت و تلفات در گاوها می گردد، بلکه در گوشت ذخیره شده و یا به صورت آفلاتوکسین M_1 از راه شیر دفع می گردد.

از آنجا که نان های خشک جمع آوری شده به مصرف خوراک دام و طیور می رسند وجود هر گونه آلودگی در نان با ایجاد مشکل در محصولات تولیدی آنها، باعث انتقال بیماری به انسان می شود. بنابراین تا حد امکان باید از مصرف نانهای خشک در تغذیه دام خودداری کرد (علیقلی، ۱۳۸۲ و آزادبخت و همکاران ۱۳۸۷).

این تحقیق ارتباط بین حضور آفلاتوکسین و قارچهای مولد آن را با پارامترهای میکروبی و شیمیایی در نان خشک با استفاده از مدل های تجربی ریاضی پیشگو مورد ارزیابی قرار می دهد. اهداف این تحقیق عبارتند از:

الف- بررسی میزان آلودگی میکروبی نان خشک شهر مشهد؛

ب- ارزیابی میزان آلودگی نمونه های نان خشک به انواع آفلاتوکسین (B,G)؛

پ- بررسی میزان آلودگی نمونه ها به آفلاتوکسین در فصول مختلف سال و بررسی ارتباط بین شرایط محیطی با میزان آلودگی؛

ت- ارائه مدل های ریاضی جهت برقراری ارتباط بین تعداد کپک به عنوان متغیر وابسته و پارامترهای شیمیایی به عنوان متغیر مستقل؛

ث- ارائه مدل های ریاضی جهت برقراری ارتباط بین مقدار آفلاتوکسین به عنوان متغیر وابسته و پارامترهای شیمیایی و میکروبی به عنوان متغیر مستقل.

در این تحقیق میزان آفلاتوکسین های B_1 ، B_2 ، G_1 و G_2 در نان خشک شهر مشهد، پارامترهای

شیمیایی (pH و رطوبت) و همچنین پارامترهای میکروبی (شمارش کپک و مخمر) با توجه به تعداد و نوع

قارچ غالب و مشاهده میکروسکوپی ((ارزیابی گردید. سپس بین پارامترهای شیمیایی به عنوان متغیر مستقل و شمارش کلنی قارچ به عنوان متغیر وابسته ، همچنین بین پارامترهای میکروبی و شیمیایی به عنوان متغیر مستقل و تولید آفلاتوکسین به عنوان متغیر وابسته مدل های تجربی ریاضی پیشگو در رابطه با تولید آفلاتوکسین ارائه گردید.