

# بررسی سم آفلاتوکسین در تولید پسته

تیم اجرایی:

دکتر مهدی صرفی

کاوه عضدی



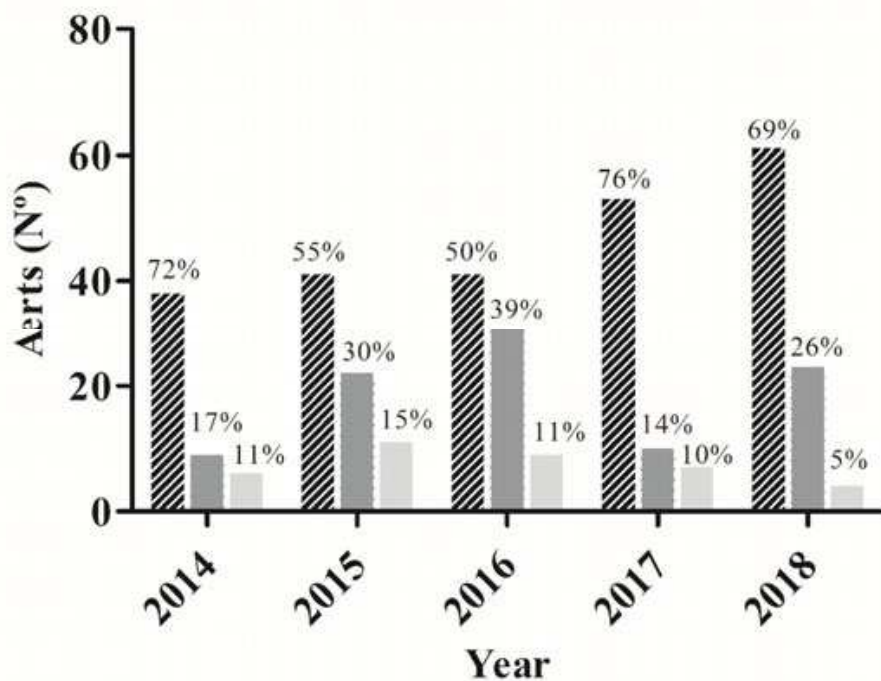
دانشگاه دامغان



مرکز نوآوری پسته دامغان



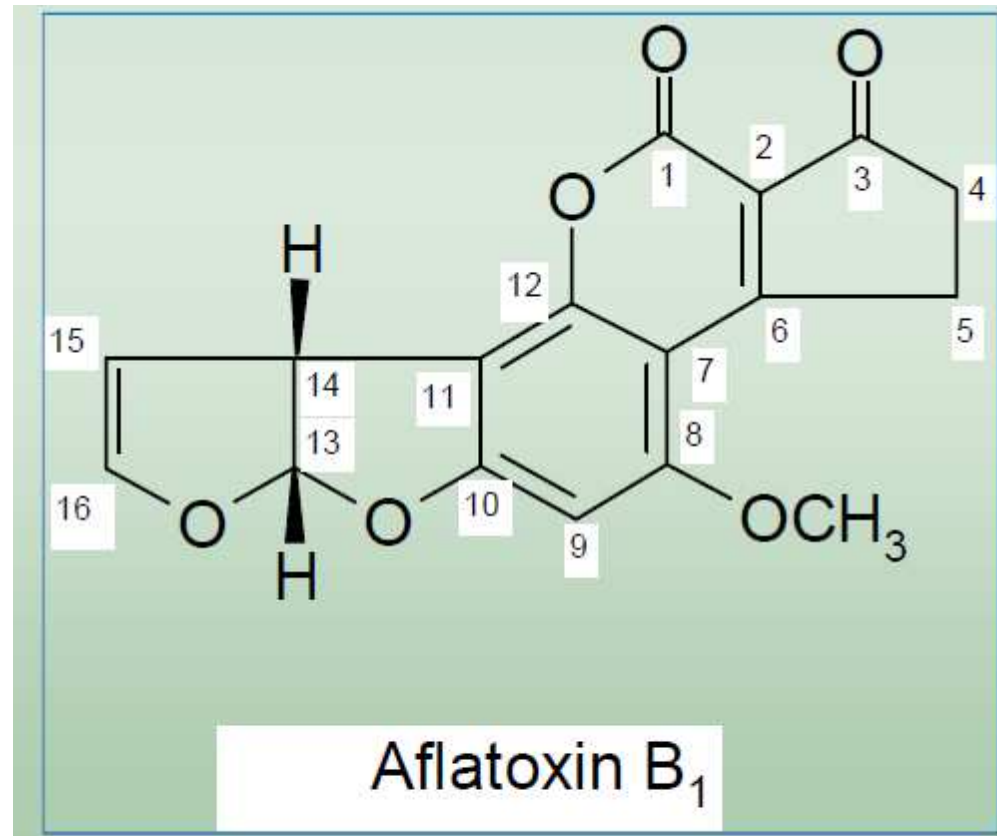
# پیامدهای اقتصادی سم آفلاتوکسین



- سم آفلاتوکسین در سال‌های گذشته بیشترین تأثیر را در برگشت خوردن پسته‌های صادراتی داشته است؛
- سم آفلاتوکسین از سال ۲۰۱۴ تا سال ۲۰۱۸ دلیل بازگشت بیش از ۵۰ درصد محصولات صادراتی بوده است؛
- صنعت پسته کالیفرنیا برای مقابله با این سم اقدامات متنوعی را در مراحل قبل و بعد از برداشت محصول انجام داده تا با قوانین مرتبط در این زمینه برای محصولات صادراتی سازگاری داشته باشد؛



سم آفلاتوکسین از دو نوع قارچ با نام‌های «آسپرژیلوس فلاووس» و «آسپرژیلوس پاراسیتیکوس» تولید می‌شود. هر یک از این قارچ‌ها دو نوع سم آفلاتوکسین تولید می‌کنند، و نوع پنجم سم آفلاتوکسین در تولیدات لبنی وجود دارد



## محدودیت‌ها در زمینه آفلاتوکسین

ایالات متحده	اتحادیه اروپا
مقدار کل آفلاتوکسین مجاز: ۱۵ قسمت در میلیارد	مقدار کل آفلاتوکسین مجاز: ۱۰ قسمت در میلیارد
مقدار مجاز آفلاتوکسین نوع ب- ۱: ۱۰ قسمت در میلیارد	مقدار مجاز آفلاتوکسین نوع ب- ۱: ۸ قسمت در میلیارد



## خلاصه این جلسه

- بررسی قارچ‌های تولیدکننده سم آفلاتوکسین؛
- تنوع قارچ‌های تولیدکننده سم آفلاتوکسین؛
- عوامل تأثیرگذار در گسترش سم آفلاتوکسین در باغ پسته؛
- تأثیر آسیب فیزیکی به میوه پسته در آلودگی آفلاتوکسین و نحوه کاهش این آسیب‌ها؛
- کنترل سم آفلاتوکسین به روش طبیعی و سازگار با محیط زیست؛





# عوامل تولیدکننده سم آفلاتوکسین در زمین کشاورزی: قارچ‌های آسپرژیلوس فلاووس و آسپرژیلوس پاراسیتیکوس



# گونه‌های مختلف قارچ‌های آسپرژیلوس



- قارچ‌های آسپرژیلوس بر اساس میزان تولید سم آفلاتوکسین نیز به انواع و گونه‌های مختلفی تقسیم می‌شوند؛
- برخی از سویه‌های قارچ آسپرژیلوس به دلیل تولید سم کمتر به‌عنوان روش سازگار با محیط‌زیست برای کنترل سم آفلاتوکسین استفاده می‌شوند؛



# تراکم قارچ آسپرژیلوس فلاووس در باغ‌های پسته

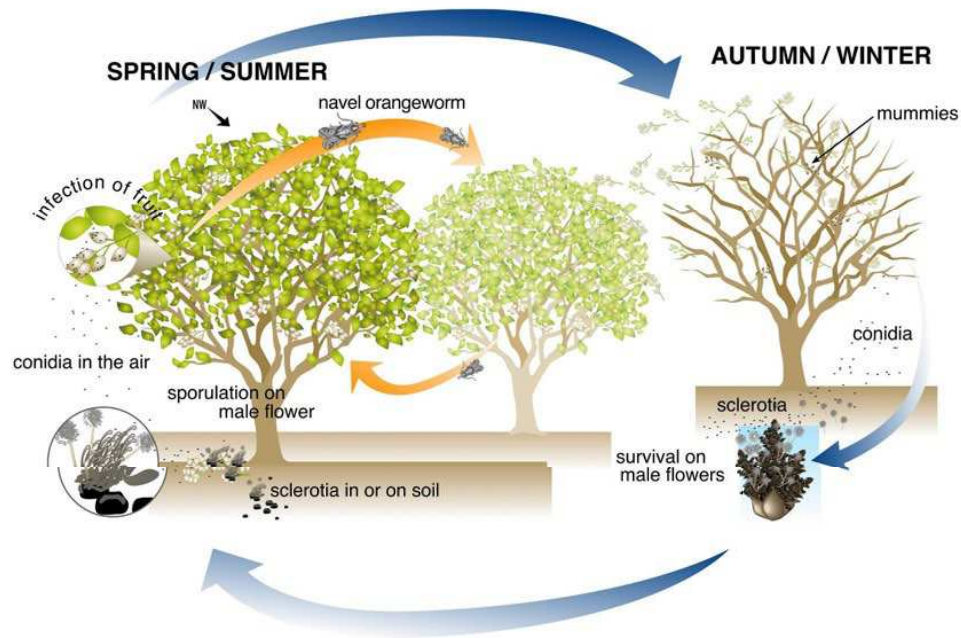
- مقدار قارچ تولیدکننده آفلاتوکسین در باغ‌های پسته طیف وسیعی داشته، و این امر نشان‌دهنده امکان کنترل و کاهش آن است؛

میزان تراکم (درصد در هر گرم خاک)	باغ
۰.۱۷	A
۰.۴۴	F
۱.۱۳	D
۱.۲۷	C
۱.۲۷	G
۱.۳۱	H
۱.۵۲	J
۲.۳۱	I
۲.۷	E
۳.۵۵	B





# چرخه عمر قارچ اسپرژیلوس در باغ پسته



The life cycle of *Aspergillus flavus* in a pistachio orchard

- قارچ اسپرژیلوس ابتدا به شکل هاگ یا بذر در خاک محیط منتشر می شود؛
- بذر این قارچ همچنین با وزش باد حرکت کرده و روش شاخ و برگ درختان می نشیند؛
- در طول فصل رشد این قارچ وارد پسته هایی می شود که دچار آسیب فیزیکی، عارضه زود خندانی، یا کرم ناف پرتغال شده و مغز پسته را آلوده می کنند؛
- پس از پایان فصل رشد و برداشت محصول، این قارچ در پسته های باقی مانده روی درخت و زمین به بقا ادامه داده و در نهایت دوباره وارد خاک می شود؛



## عوامل تأثیرگذار بر میزان کرم ناف پرتغال پیش از برداشت محصول

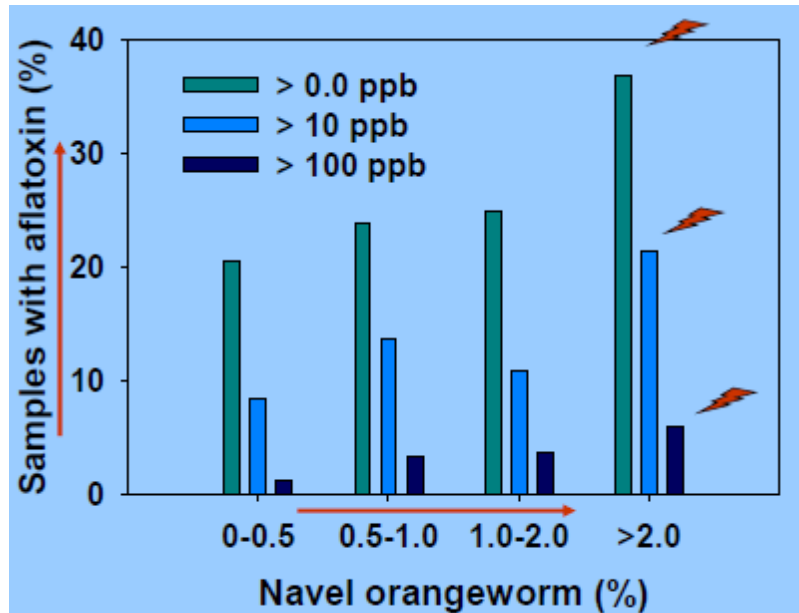
- کرم ناف پرتغال؛
- زمان برداشت محصول؛
- عارضه زود خندانی؛
- رویکرد کشت و پرورش محصول؛
- انتخاب رقم پسته مناسب؛
- محل کشت؛
- سال آوری درخت پسته؛
- آسیب‌های مختلف فیزیکی به پوست یا غلاف پسته؛



کرم ناف پرتغال بالغ روی ترک‌های ایجادشده به دلیل عارضه زود خندانی پسته  
تخم‌گذاری می‌کند



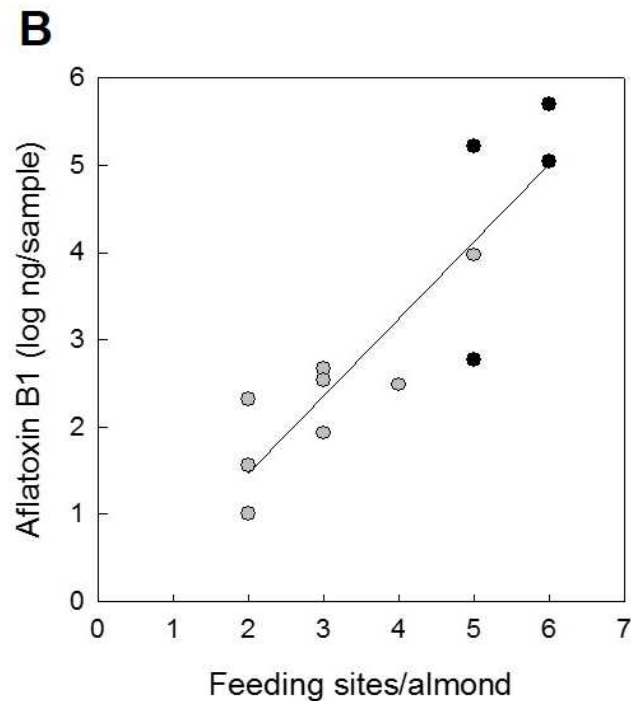
# رابطه آفت کرم ناف پرتغال با میزان سم آفلاتوکسین



- کرم ناف پرتغال به دلیل آسیب فیزیکی که به پوست و غلاف پسته وارد می کند عامل اصلی افزایش سم آفلاتوکسین در مغز پسته به شمار می رود؛
- علاوه بر آسیب فیزیکی به محصول، کرم ناف پرتغال به تنهایی ناقل بذر قارچ آسپرژیلوس است که آن را با خود وارد مغز پسته کرده و منجر به آلودگی پسته به سم آفلاتوکسین می شود؛



# رابطه آفت کرم ناف پرتغال با میزان سم آفلاتوکسین



- کرم ناف پرتغال به دلیل آسیب فیزیکی که به پوست و غلاف پسته وارد می کند عامل اصلی افزایش سم آفلاتوکسین در مغز پسته به شمار می رود؛
- علاوه بر آسیب فیزیکی به محصول، کرم ناف پرتغال به تنهایی ناقل بذر قارچ آسپرژیلوس است که آن را با خود وارد مغز پسته کرده و منجر به آلودگی پسته به سم آفلاتوکسین می شود؛

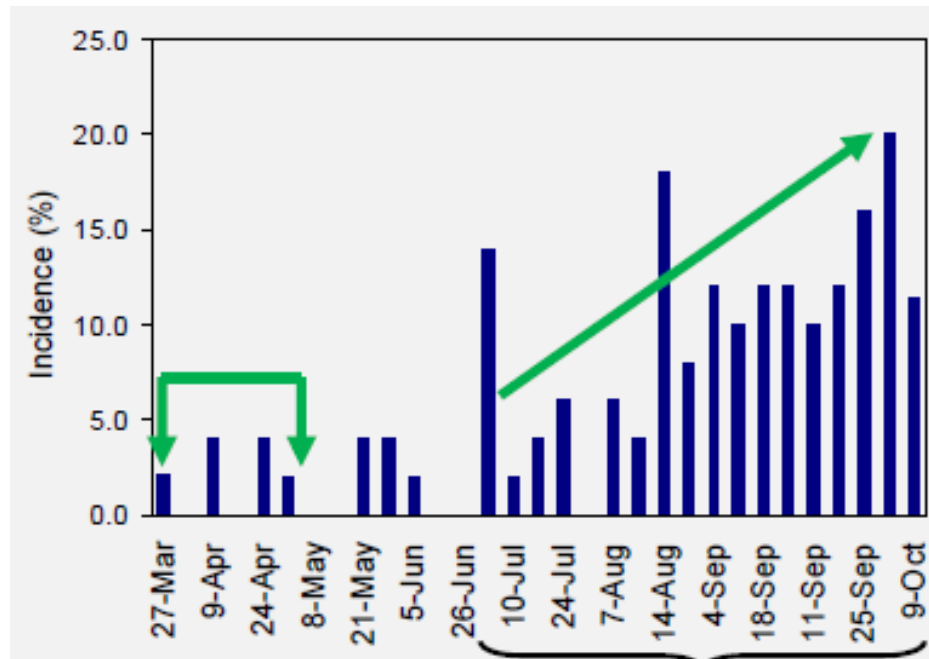




# رابطه آفت کرم ناف پرتغال با میزان سم آفلاتوکسین



# رابطه آفت کرم ناف پرتغال با میزان سم آفلاتوکسین



- کرم ناف پرتغال به دلیل آسیب فیزیکی که به پوست و غلاف پسته وارد می کند عامل اصلی افزایش سم آفلاتوکسین در مغز پسته به شمار می رود؛
- علاوه بر آسیب فیزیکی به محصول، کرم ناف پرتغال به تنهایی ناقل بذر قارچ آسپرژیلوس است که آن را با خود وارد مغز پسته کرده و منجر به آلودگی پسته به سم آفلاتوکسین می شود؛



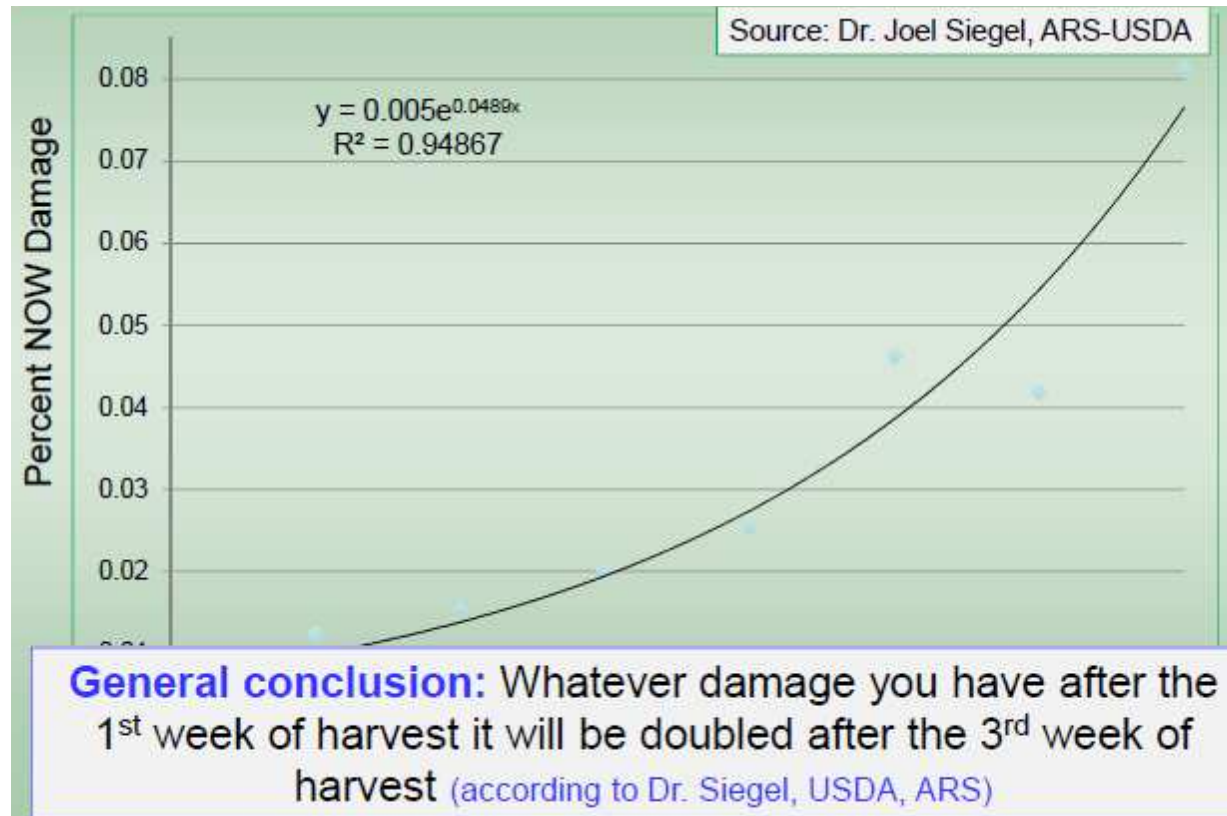
## تأثیر تأخیر در زمان برداشت بر آلودگی محصول

سال دوم برداشت محصول		سال اول برداشت محصول	
درصد آلودگی کرم ناف پرتغال	تاریخ برداشت	درصد آلودگی کرم ناف پرتغال	تاریخ برداشت
۱.۸	۲۴ شهریور	۱.۸	۲۰ شهریور
۳.۱	۳۰ شهریور	۵.۲	۳۰ شهریور
۶.۱	۷ مهر	۱۲.۱	۱۰ مهر
۹.۱	۱۴ مهر		
۱۴.۲	۲۲ مهر		

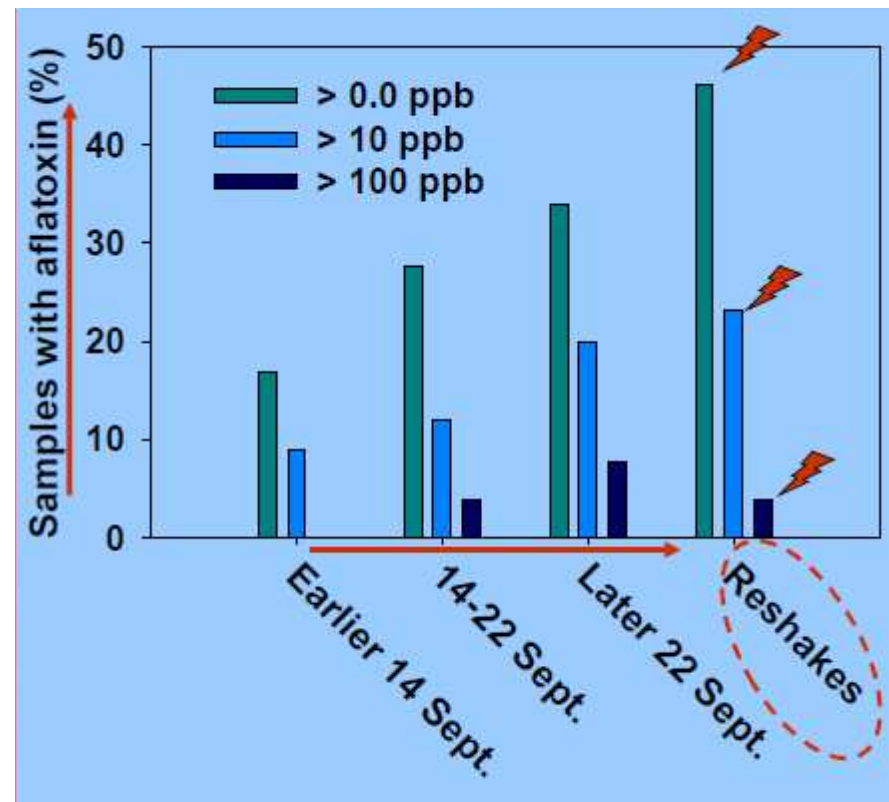
- تأخیر در زمان برداشت پسته محصول را در معرض خطر کرم ناف پرتغال به مدت طولانی قرار داده، و به این ترتیب احتمال وجود سم آفلاتوکسین را در محصول نهایی افزایش می‌دهد؛



بر اساس اطلاعات دریافت شده، مقدار آسیب کرم ناف پرتغال در صورت تأخیر در برداشت محصول، با گذشت هر هفته به صورت تصاعدی دو برابر می شود



بر اساس اطلاعات دریافت شده، مقدار آسیب کرم ناف پرتغال در صورت تأخیر در برداشت محصول، با گذشت هر هفته به صورت تصاعدی دو برابر می شود





# پیشنهاد برای کاهش جمعیت کرم ناف پرتغال



- سمپاشی به موقع و کامل کل سطح کشت در طول زمستان و پس از برداشت محصول
- کاهش تعداد پسته‌های باقی مانده روی درخت پس از اتمام برداشت محصول؛
- پاک‌سازی سالانه پسته‌های باقی مانده از طریق شخم زدن زمین؛
- عدم تأخیر در برداشت محصول؛



جدا کردن تمام پسته‌های باقی‌مانده روی درخت و شخم زدن آن‌ها بین هر ردیف کشت





# تأثیر عارضه زود خندانی بر آلودگی سم آفلاتوکسین



- زود خندانی یکی از دلایل اصلی افزایش آلودگی پسته به سم آفلاتوکسین است؛
- بررسی‌ها نشان داده که ۸۴ درصد از پسته‌های دچار عارضه زود خندانی آلوده به سم آفلاتوکسین هستند؛
- علاوه بر این، ۹۹ درصد از پسته‌های دچار عارضه زود خندانی که به کرم ناف پرتغال هم دچار شده‌اند آلوده به سم آفلاتوکسین هستند؛



# تأثیر عارضه زود خندانی بر آلودگی سم آفلاتوکسین



# تأثیر عارضه زود خندانی بر آلودگی سم آفلاتوکسین





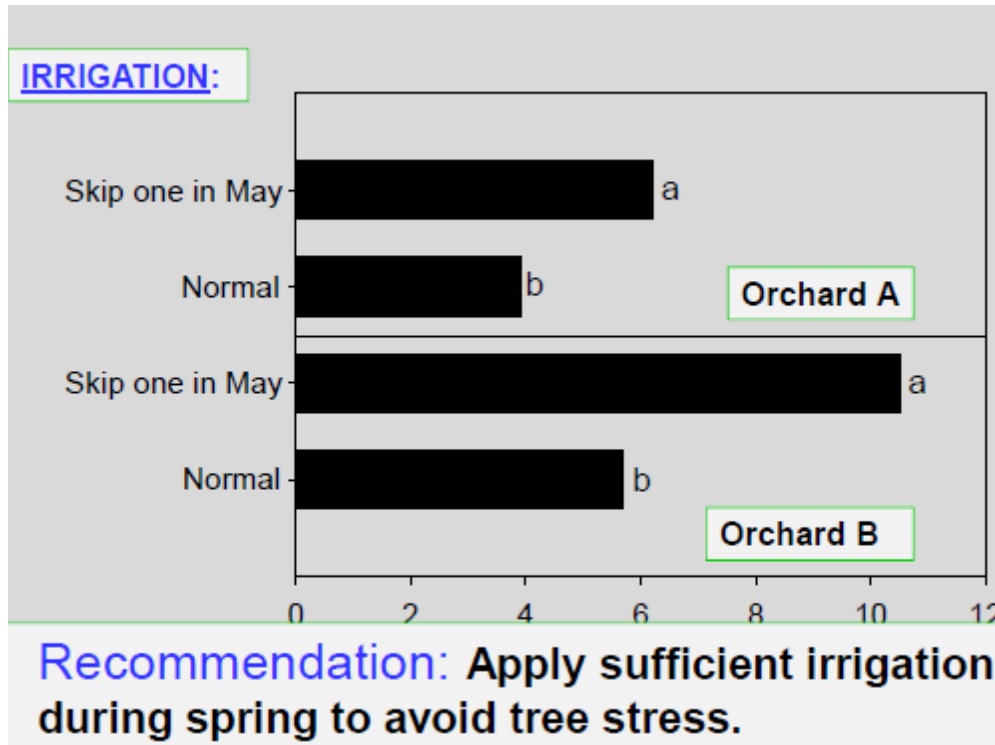
## عوامل تأثیرگذار بر زود خندانی در باغ‌های پسته

درصد پسته‌های مبتلا به زود خندانی	باغ
۰.۶	۱
۰.۶	۲
۰.۸	۳
۲	۴
۲.۳	۵
۳.۴	۶
۳.۴	۷
۴.۳	۸
۵.۷	۹
۶.۵	۱۰

- بررسی ۱۰ باغ پسته نشان داد که میزان عارضه زود خندانی را می‌توان با توجه به شرایط محیطی کنترل کرد. به عبارت دیگر، تفاوت درصد ابتلا به عارضه زود خندانی نشان داد که عوامل تأثیرگذار بر این عارضه متغیر بوده و می‌توان با کنترل این عوامل محصول سالمی را برداشت کرد؛



# عوامل تأثیرگذار بر زود خندانی در باغهای پسته



- کارآیی سیستم آبرسانی می تواند تأثیر قابل توجهی بر کاهش میزان عارضه زود خندانی در باغهای پسته داشته باشد؛
- عدم آبیاری درختان یا آبیاری نامناسب در طول فصل بهار رابطه مستقیمی با افزایش عارضه زود خندانی داشته، و توصیه می شود تا با آبرسانی مناسب و به موقع درخت پسته در این بازه زمانی از زود خندانی پسته ها جلوگیری کنید؛



## انتخاب رقم مناسب پسته

- انتخاب رقم پسته مناسب با توجه به شرایط محیط می تواند بر میزان آلودگی سم آفلاتوکسین تأثیر بگذارد؛
- برخی از پسته‌های رایج در صنعت پسته کالیفرنیا شامل بنه کوهی، پسته پیوندی دانشگاه کالیفرنیا، و پسته پایونیر گلد نوع ۱ و ۲ است؛



بررسی‌ها نشان داده است که پسته پیوندی دانشگاه کالیفرنیا کمترین، و پسته بنه کوهی بیشترین میزان عارضه زود خندانی و آلودگی به سم آفلاتوکسین را داشته است

شهر مدیرا	شهر کرن	منطقه وستساید	شهر کینگز	رقم پسته
۱۶.۶	۰.۴	۰.۸	۴.۷	بنه کوهی
۱۰.۳	۰.۹	۱.۸	۴	پایونیر گلد نوع ۱
۹.۳	۰.۳	۰.۱	۴	پایونیر گلد نوع ۲
۷.۲	۰.۱	۰.۱	۲.۱	پسته پیوندی دانشگاه کالیفرنیا



## تأثیر محل کشت بر آلودگی آفلاتوکسین

میزان آلودگی به قارچ آسپرژیلوس (قسمت در میلیارد)	شهر یا منطقه کشت
۱۲.۵	مرسد
۳.۶	تولری
۵.۸	مدیرا
۱۵.۴	فرزنو
۱.۴	کرن
۰	کینگز
۰	کالیفرنیا شمالی

- نمونه برداری از خاک برخی مناطق نشان دهنده مستعد بودن آنها برای آلودگی آفلاتوکسین و همچنین تراکم بالای قارچ آسپرژیلوس در آنها بوده است؛





# تأثیر سال آوری بر میزان آلودگی آفلاتوکسین

- سال آوری درختان پسته می تواند بر میزان آلودگی محصول به سم آفلاتوکسین تأثیر بگذارد. اطلاعات نشان دهنده کاهش آلودگی پسته به آفلاتوکسین در سال های کم محصول است. دلیل این مسئله وجود تعداد ناچیز پسته های باقی مانده روی درخت پس از سال های کم محصول است، که منجر به کاهش منابع مورد نیاز برای بقای کرم ناف پرتغال ناقل آفلاتوکسین در طول زمستان می شود؛

درصد آلودگی به آفلاتوکسین			سال
آلودگی از ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ قسمت در میلیارد بالا	آلودگی از ۱۰ تا ۱۰۰ قسمت در میلیارد	آلودگی از ۰ تا ۱۰ قسمت در میلیارد	
۳.۸	۱۳.۹	۲۷.۴	۲۰۰۱ (کم محصول)
۰.۷	۵.۶	۹.۸	۲۰۰۲ (پر محصول)
۲.۷	۱۹.۷	۳۴.۷	۲۰۰۳ (کم محصول)
۰	۳.۵	۱۲.۲	۲۰۰۴ (پر محصول)
۰.۹	۴.۸	۱۶	۲۰۰۵ (کم محصول)



# تأثیر سال آوری بر میزان آلودگی آفلاتوکسین

- دریکی از آزمایش‌های انجام‌شده، تعداد پسته‌های آلوده به آفلاتوکسین در سال کم محصول از یک عدد در هر ۵ هزار پسته، به یک عدد در هر ۲۰ هزار پسته در سال پر محصول کاهش پیدا کرد؛



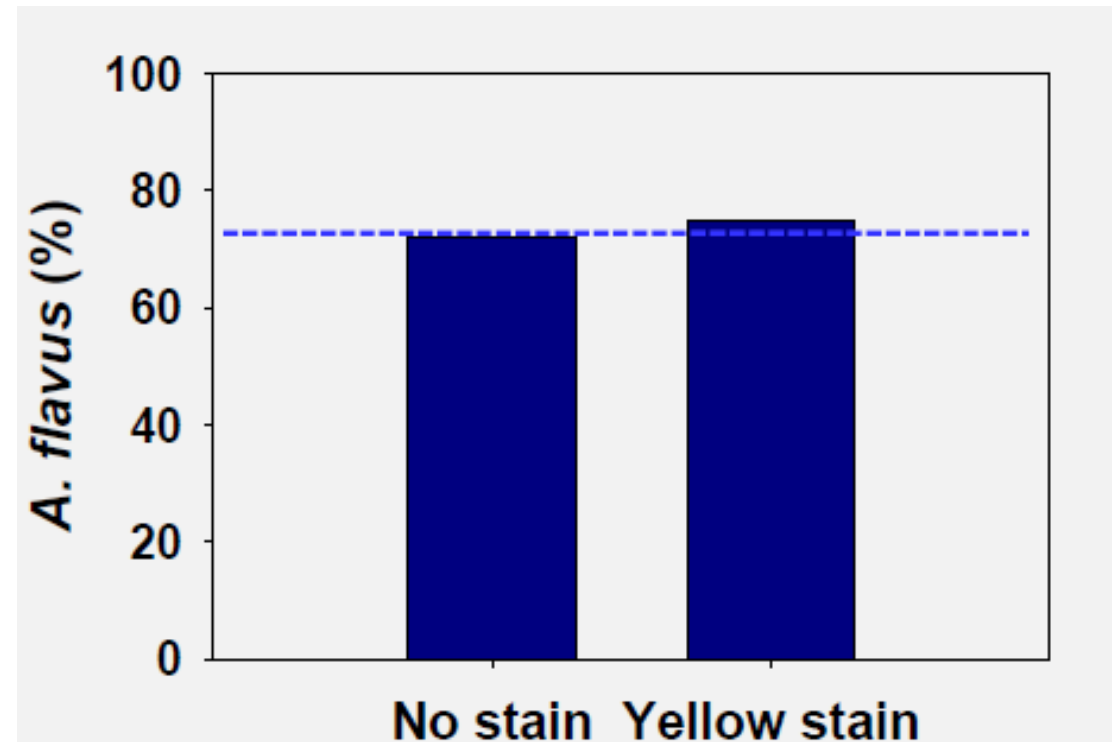
# تأثیر آسیب فیزیکی به پوسته بر میزان آلودگی به سم آفلاتوکسین



# پسته‌های آسیب‌دیده دارای مقادیر بالای قارچ آسپرژیلوس، و در نتیجه مقادیر بالای سم آفلاتوکسین هستند



بر اساس اطلاعات به دست آمده از مراکز پردازش پسته، حدود ۷۰ درصد از کل پسته‌های لکه‌دار یا آسیب‌دیده دارای سم آفلاتوکسین بودند



## روش‌های پیشنهادی برای کاهش میزان سم آفلاتوکسین در پسته

- کاهش جمعیت کرم ناف پرتغال در محیط کشت؛
- کاهش احتمال عارضه زود خندانی پسته از طریق آبیاری مناسب و به‌موقع درختان و استفاده از رقم مناسب پسته با توجه به شرایط محیطی؛
- عدم تأخیر در زمان برداشت محصول؛
- سوا کردن پسته‌های آسیب‌دیده از پسته‌های سالم در مراکز پردازش؛





## روش‌های دستی و ماشینی و خودکار سوا کردن پسته‌های آسیب‌دیده در مراکز پردازش





## روش‌های سازگار با محیط‌زیست برای کنترل سم آفلاتوکسین



- استفاده از سویه غیر سمی قارچ آسپرژیلوس فلاووس و تکثیر آن در محیط کشت منجر به افزایش جمعیت آن شده، و پس از مدتی جایگزین قارچ‌های تولیدکننده سم آفلاتوکسین می‌شوند؛



منظور از سویه غیر سمی قارچ، نوعی قارچ دستکاری شده آزمایشگاهی یا طبیعی است که صرفاً تراکم آن افزایش پیدا کرده، و سم یا مواد مخرب محصول تولید نمی کند؛ برای محصول پسته از یک سویه قارچ اسپرژیلوس با نام علمی AF36 استفاده شد که فاقد توانایی تولید سم آفلاتوکسین است؛



تحقیقات میدانی نشان داده که سویه AF36 از قارچ آسپرژیلوس به صورت طبیعی در زمین کشت محصولاتمانند پسته، بادام، و انجیر وجود داشته است

درصد طبیعی قارچ AF36 در محل کشت			شهر یا منطقه کشت
باغ پسته	باغ بادام	باغ انجیر	
-	۶.۵	-	باتل
-	۳	-	کالوسا
۳.۱	-	۶.۱	فرزنو
-	۴.۴	-	گلن
۱۲.۷	۸.۵	-	کرن
۷.۲	۵	۷.۲	مدیرا
۱۵	-	۵.۸	مرسد
۲.۹	-	-	تولری







آزمایش بر روی سویه غیر سمی  
قارچ اسپرژیلوس از سال ۲۰۰۱ و  
در باغهایی با سیستم آبرسانی  
غرقابی شروع شد؛  
این آزمایش از سال ۲۰۰۳ در  
باغهایی با سیستم آبرسانی مه پاشی  
ادامه پیدا کرد؛





- برای استفاده و توزیع قارچ AF36 در محیط باغ به نوعی واسطه نیاز است؛
- در اولین سال‌های انجام این آزمایش، از گندم دارای قارچ AF36 استفاده می‌شد. در این روش، گندم آغشته به قارچ بین ردیف کشت درختان پسته توزیع شده و سپس با آبیاری از آن به‌عنوان نوعی گیاه پوششی استفاده شده است؛





# در سال‌های اخیر برای تأثیرگذاری بیشتر و توزیع بهتر قارچ در محیط کشت از ذرت خوشه‌ای دارای قارچ AF36 استفاده می‌شود









- برای توزیع قارچ AF36 ذرت خوشه‌ای آغشته به این قارچ با استفاده از تراکتور کنار ردیف کشت و نزدیک شلنگ‌های آبرسانی قطره‌ای توزیع می‌شود تا قارچ در تماس با آب فعال شود؛
- مقدار توصیه‌شده برای استفاده از این محصول حدود ۱۱ کیلوگرم به ازای هر هکتار بوده، و زمان پیشنهادی برای استفاده از آن از اواخر اردیبهشت تا اواخر تیرماه است؛

