

کاربرد پسماند پسته به عنوان کود آلی در راستای کشاورزی پایدار

محمدشاهین دانشمندی*

تاریخ دریافت: ۹۵/۱/۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۷/۲۶

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تربت حیدریه

*مسئول مکاتبه: E-mail: sh-daneshmandi@hotmail.com

چکیده

پسماندها متشکل از بقایای گیاهی و ضایعات محصولات کشاورزی، از منابع کود آلی بشمار می‌روند که کاربرد آن از قدمت تاریخی برخوردار است. بر اساس آمار موجود از مجموع ۲۳۰ هزار تن پسته خشک تولید شده در سال ۱۳۹۳، بیش از ۷۶۶ هزار تن پسماند تولید شده است که بخش اعظم آن در باغ‌ها مناطق پسته‌خیز به عنوان کود آلی مصرف می‌شود. هدف این تحقیق بررسی اثرات مثبت و منفی مصرف پسماند پسته به عنوان کود آلی طی دو سال متوالی بود. نتایج نشان داد چنانچه پسماند پسته بدون گندزدایی انباشته شود، محیط بسیار مستعدی برای رشد و فعالیت قارچ‌های تیره *Aspergillus* و *Penicillium* است. وجود آفلاتوکسین G_2 به میزان $0/028$ میکروگرم در ۱۰۰ گرم پسماند پسته تایید شد، ولی این آلودگی در خاک باغی که پسماند به آن اضافه شده بود وجود نداشت. افزودن پسماندها به خاک بطور معنی‌داری باعث کاهش هدایت الکتریکی (EC) و اسیدیته (pH) شد، در مقابل میزان عنصر روی (Zn) ۲۷۰ درصد، فسفر (P) ۱۹۵ درصد و پتاسیم (K) ۸۹/۵ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت، با این حال بین تیمارها از نظر میزان عنصر بُر (B) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. از نتایج حاصل چنین استنباط می‌شود که افزودن ضایعات پسته باعث غنی شدن خاک از عناصری می‌گردد که مستقیماً توسط درختان پسته قابل جذب هستند، ولی لازم است تا پسماندها قبل از استفاده توسط قارچ‌کش مناسب گندزدایی شوند تا آلودگی توکسینی ایجاد نگردد. همچنین برای بازیابی توان تجزیه پذیری خاک، کاربرد پسماند با فواصل دو یا سه سال یکبار در باغ‌ها قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: آفلاتوکسین، ضایعات کشاورزی، عناصر ماکرو و میکرو، کود آلی، هدایت الکتریکی

Application of Pistachio Waste as Organic Manure in Sustainable Agriculture

Mohammad Shahin Daneshmandi*

Received: March 24, 2016 Accepted: October 17, 2016

Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Torbat Heydarieh, Torbat Heydarieh, Iran.

*Corresponding Author: E-mail: sh-daneshmandi@hotmail.com

Abstract

Plant residuals and waste products of agricultural crops form organic fertilizer sources that are traditionally used as organic manure. From 230000 t of dry pistachios produced in 2014, more than 766000 t waste was generated and a large part was to pistachio orchards in fertile regions to be used as organic manure. This study investigated the positive and negative effects of the used of pistachio waste as organic fertilizer over two consecutive years in the form of statistical designs for compound decomposition (overtime). The results indicate that if pistachio waste accumulates without being disinfected, it is a suitable environment for the growth and activity of *Aspergillus* and *Penicillium* fungi. The presence of aflatoxin G2 was confirmed in the pistachio waste (0.028 μg), but this contamination did not exist in the soil of the orchard to which the pistachio waste was added. The addition of waste to soil significantly reduced the EC and pH and increased the levels of Zn, P, and K by 270%, 195%, and 89.5%, respectively, in comparison with the control. The level of B did not differ significantly at between treatments. The results suggest that adding pistachio waste to soil enriches it with elements that are directly absorbable by pistachio trees, but it is necessary for the waste to be disinfected with proper fungicides to prevent development of toxin contamination. Furthermore, to recover the decomposability of soil, application of waste to orchards with intervals of twice or three times a year is recommended.

Keywords: Aflatoxin, Agricultural Waste, EC, Organic Manure, Mineral Elements

مقدمه

از مهمترین مشکلات مناطق پسته‌کاری کشور کمبود مواد آلی خاک است که میزان تولید، سلامت و باروری درختان را تحت الشعاع قرار می‌دهد. از جمله راهکارهای صحیح و عملی برای بهبود این وضعیت، کاربرد مدیریت شده پسماندهای گیاهی است به طوریکه اضافه کردن این مواد به خاک مزارع و باغ‌ها در تثبیت و پایداری خاکدانه‌ها، افزایش عناصر غذایی، افزایش

ضریب کربن آلی و کاهش وابستگی به کودهای شیمیایی مؤثر است (باستیدا و همکاران ۲۰۰۶). در چند دهه اخیر به سبب افزایش نسبی قیمت پسته، روند رو به رشد تقاضا از بازارهای جهانی، مقاومت درختان به کم آبی و شوری سطح زیر کشت پسته ایران با ۴۸ درصد افزایش از ۲۰۶ هزار هکتار در سال ۱۳۷۲ به حدود ۳۰۴ هزار هکتار در سال ۱۳۹۲ رسیده است (فائو ۲۰۱۴). بر اساس تحقیقات انجام شده، پسته خشک تنها

آفلاتوکسین موجود در محیط باغ قادر است از طریق شکاف پوسته سبز، میوه را آلوده کند (شاکر اردکانی و همکاران ۲۰۱۲). نتایج تحقیقات عراقی و همکاران (۲۰۰۹) نشان داده که اسپور این قارچ‌ها حتی تا ۴ ماه پس از خشک شدن محصول هم قدرت جوانه‌زنی و رشد دارند. هر چه میزان آلودگی محیط بیشتر باشد، احتمال آلوده شدن محصول افزایش می‌یابد. بنابراین، فزونی اسپور گونه‌های مولد آفلاتوکسین در باغ‌ها، بخصوص در دوره بلوغ و رسیدگی میوه، می‌تواند خطر آلودگی محصول را افزایش دهد.

علیرغم انتقال بسیاری از ضایعات ترمینال‌های ضبیط پسته به باغ‌ها، تاکنون هیچ تحقیقی در راستای بررسی اثرات مثبت یا منفی کاربرد پسماند پسته تازه، ارزش تغذیه‌ای آن، عوامل آلوده کننده محیط و یا احتمال انتقال آن به افراد در حین جابجایی یا توزیع پسماندها در خاک باغ‌ها گزارش نشده است. لذا این پژوهش جهت اهمیت موضوع و بررسی موارد فوق در منطقه فیض‌آباد مه‌ولات (سومین قطب تولید پسته کشور) برنامه ریزی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

۱) مکان و زمان آزمایش

این آزمایش در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ در باغ‌های پسته متمر شهرستان فیض‌آباد مه‌ولات واقع در ۲۰۰ کیلومتری جنوب شهر مشهد انجام شد. این شهرستان در موقعیت جغرافیایی ۵۸ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۵۹ درجه ۵ دقیقه شرقی و ۳۴ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و ارتفاع ۸۵۰ متری از سطح دریا قرار دارد. بیش از ۴۲ درصد از کل پسته تولیدی استان خراسان در این شهرستان تولید می‌شود که از این حیث حائز رتبه نخست در استان است (دانشمندی و همکاران ۲۰۱۴).

۲۵ تا ۳۵ درصد وزن پسته تازه را شامل می‌شود، در نتیجه ۶۵ تا ۷۵ درصد محصول پسته را پوست سبز، خوشه و میوه‌های پوک و نارس تشکیل می‌دهد. به این ترتیب از مجموع ۲۳۰ هزار تن پسته خشک تولیدی در سال ۱۳۹۳، بیش از ۷۶۶ هزار تن پسماند بجا مانده است (دانشمندی ۲۰۱۳). این پسماندها یا در اطراف ترمینال‌های ضبیط پسته رها شده و یا به عنوان کود آلی به خاک باغ اضافه می‌شوند. یافته‌های سایر محققین نشان می‌دهد که فرایند تجزیه پسماندها و سرعت معدنی شدن آن به عوامل مهمی مانند ترکیب شیمیایی مواد (لکزیان و یزدان‌پناه ۲۰۰۷)، جمعیت ریزجانداران هتروتروف خاکزی (رئیزی ۲۰۰۶)، سطوح آنزیم‌های هیدرولیز کننده (مایکل و جاشوآ ۲۰۰۳)، قدرت و سطح تنفسی خاک (آقابالایی و رئیزی ۲۰۰۷) و شرایط محیطی و اکوسیستمی خاک هدف بستگی دارد. هر چه میزان آلودگی محیط بیشتر باشد احتمال آلوده شدن محصول افزایش می‌یابد. معمولاً این ضایعات ماه‌ها تلنبار می‌شوند تا در پائین به خاک باغ‌ها افزوده شوند که این امر سبب تخمیر و فساد پسماند، هجوم حشرات و ایجاد محیطی بسیار مستعد برای رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌ها از جمله قارچ‌های مخمر می‌شود (شکل ۱). اسپرژیلوس^۱ از خطرناک‌ترین قارچ‌های مولد آفلاتوکسین بوده و قادر است در کودهای حیوانی و بقایای گیاهی زمستان‌گذرانی کرده و در سال زراعی بعد انبوه کلونی تولید شده را در محیط باغ رها سازد (مرادی ۲۰۰۳). بررسی کلونیزاسیون مواد زائد حاصل از فرآوری محصول و برگ درختان نشان داده که گونه‌های اسپراژیلوس می‌تواند این بقایا را به عنوان منبع اینوکولوم کلونیزه کند و سپس اسپور آن در محیط باغ‌ها منتشر و تکثیر شود (مرادی و همکاران ۲۰۰۵). اسپور قارچ‌های مولد



شکل ۱- ایجاد کلونی قارچ‌های گندرو در پسماند پسته

بار آبیاری شدند. جهت تهیه نمونه شاهد، از خاک سایر قسمت‌های باغ که فاقد هرگونه پسماند، کود شیمیایی و یا کود دامی طی دو سال متوالی بود، استفاده گردید.

۳) آزمایشات پاتولوژیک

تشخیص رشد و نمو قارچ‌های گندرو به صورت مورفولوژیکی و شناسایی کیفی و کمی آفلاتوکسین با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا، مدل YOUNGLIN ساخت کره با ستون $CT18-25^{Cm}$ و جذب ذرات $0.4^{µm}$ ، دتکتور فلورسنت 1200 و جذب در $UV365-435^{µm}$ انجام شد.

۴) آزمایشات شیمیایی

میوه‌های نارس و پوست سبز پسته در پسماندها احتمال وجود روغن و مواد فنولی را افزایش می‌دهد، لذا جهت تشخیص مقدار روغن تیمارها از سیستم سوکسله و برای حذف حلال از دستگاه روتاری درایر استفاده شد. میزان مواد فنولی تیمارها نیز به روش مالیک و سینگ (۱۹۸۰) با اندکی تغییر تعیین گردید. بدین منظور، ۱۰ گرم از نمونه با ۲۰۰ میلی‌لیتر اتانول مخلوط

۲) روش تهیه تیمارهای پسماند

تیمارها شامل پسماند تلنبار شده به مدت سه ماه، خاک مخلوط با پسماند در سال اول، خاک مخلوط با پسماند در سال دوم و نمونه خاک شاهد بود. بدین منظور ابتدا در دهم شهریور سال ۱۳۹۰ مقدار پنج تن از پسماند رقم بادامی سفید از ترمینال ضبط پسته بصورت تصادفی جمع آوری و به مدت سه ماه (تا دهم آذر ماه ۱۳۹۰) در مکانی بدون هیچگونه گندزدایی شیمیایی انبارشد. پس از سپری شدن این مدت، نمونه‌ای از این پسماند جهت انجام آزمایشات جدا شد و باقیمانده آن پس از انتقال به باغ پسته با نسبت ۲۰ تن در هکتار با خاک آن باغ مخلوط گردید (به وسیله شخم برگردان تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک). درختان پسته باغ هدف شامل ارقام محلی و مثمر بادامی سفید و پسته قرمز با میانگین عمر بیست و پنج تا سی سال بودند. یکماه پس از مخلوط کردن پسماند با خاک باغ (دهم دی ماه ۱۳۹۰)، از خاک مخلوط شده با پسماند نمونه برداری شد. در نهایت یکسال بعد (دهم دی ماه ۱۳۹۱) نیز دقیقاً از همان نقاط سال قبل نمونه‌های دیگری تهیه و به آزمایشگاه انتقال داده شد. در طول این یک سال باغ‌های مورد نظر هشت

میانگین داده‌ها نیز بر اساس آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج آزمایشات پاتولوژیک

نتایج آزمایشات مورفولوژیکی وجود پروپاگول‌ها و میسیلیوم قارچ‌های آسپرژیلوس و پنیسیلیوم^۲ در پسماندها را تأیید کرد. در نمونه‌های خاک، مخمرها و میکروارگانسیم‌های کلروفیل‌دار مانند سیانوباکترها مشاهده شد، ولی میسیلیوم قارچی قابل ملاحظه‌ای در آن وجود نداشت. نتایج میزان آلودگی توکسینی تیمارها در جدول ۱ درج شده که بر اساس آن، در نمونه پسماند مورد آزمایش، وجود آفلاتوکسین نوع G₂ تأیید شد. نتایج حاصل از سیستم کروماتوگرافی مبین عدم آلودگی دو نمونه خاک مخلوط با پسماند مورد آزمایش بود (شکل ۲). پسماندها واجد ۰/۲۸ نانوگرم آفلاتوکسین در گرم نمونه بود، در حالی که نمونه خاک مخلوط با پسماند در هر دو سال عاری از آلودگی توکسینی بود. بر اساس نتایج حاصل ذرات کلوئیدی خاک قدرت تجزیه این زهرا به خطرناک را دارد و احتمالاً زمان مورد نیاز برای تجزیه آن خیلی طولانی نیست. آنجل و واگنر (۱۹۸۰، ۱۹۸۱) طی یکسری آزمایش در خاک‌های مختلف به این نتیجه رسیدند که قارچ‌های توکسین‌زا مانند آسپرژیلوس در خاک قابل تجزیه هستند، مشروط بر اینکه منبع این ساپروفیت به طور کامل با خاک مخلوط شده باشد.

گردید و به مدت ۳۰ دقیقه روی شیکر قرار گرفت و سپس با عبور دو مرحله‌ای از کاغذ صافی واتمن شماره یک، ۳ میلی‌لیتر از آن محلول جدا شده و با ۱ میلی‌لیتر معرف فولین سیوکالتتو و ۲ میلی‌لیتر کربنات سدیم (۲۰ درصد وزنی/ حجمی) مخلوط گردید تا رنگ آبی مولیبدن ظاهر شود. در نهایت میزان جذب در طول موج ۶۵۰ نانومتر تعیین شد.

۵) آزمایشات کیفی خاک باغ

نمونه‌های خاک باغ هدف شامل نمونه خاک سال ۱۳۹۰ (پس از افزودن پسماند)، نمونه خاک سال ۱۳۹۱ و نمونه خاک شاهد (که طی دو سال هیچ نهاده‌ای بدان اضافه نشده بود) مورد آزمایش کیفی قرار گرفت. این ارزیابی شامل تعیین عناصر ماکرو و میکرو، واکنش خاک (pH)، میزان مواد آلی محلول (OC)^۱ و هدایت الکتریکی (EC)^۲ خاک بود. اسیدیته نمونه‌های خاک در گل اشباع به وسیله pH متر (McLean, 1982) و هدایت الکتریکی عصاره اشباع نیز با کمک هدایت‌سنج الکتریکی تعیین شد.

۶) تجزیه داده‌ها و مقایسات آماری

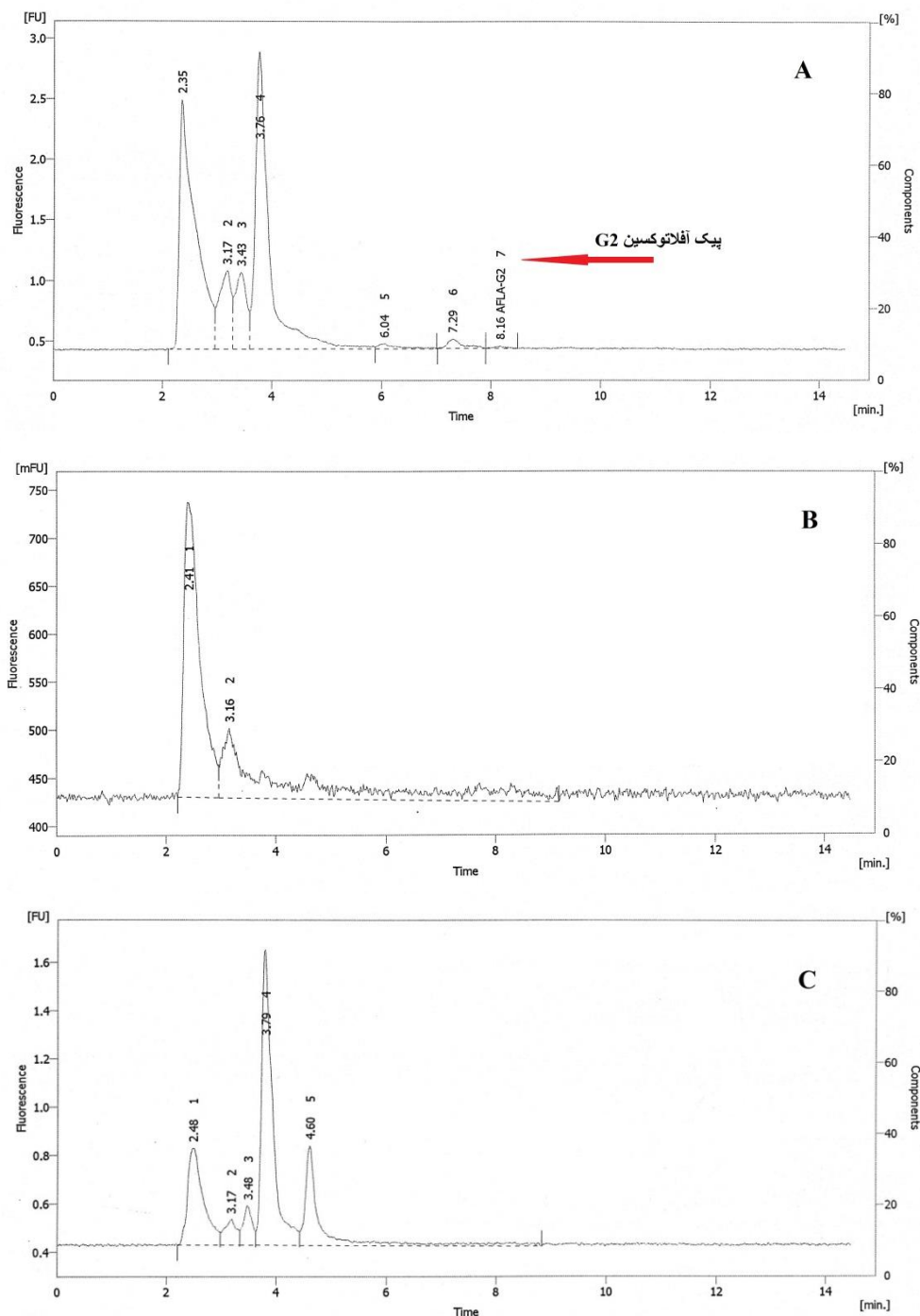
برای انجام تجزیه مرکب داده‌های مربوط به مراحل یک تا چهار این تحقیق در چهار تیمار و سه تکرار و مرحله پنجم (آزمایشات کیفی خاک) در سه تیمار و سه تکرار، از نرم‌افزار SPSS-16 استفاده شد. مقایسه

جدول ۱- میزان آلودگی تیمارها به آفلاتوکسین

تیمار	نوع متابولیت	مقدار آلودگی (نانوگرم/یک گرم نمونه)*
خاک شاهد	---	۰/۰۰b
خاک مخلوط با پسماند در سال ۱۳۹۰	---	۰/۰۰b
خاک مخلوط با پسماند در سال ۱۳۹۱	---	۰/۰۰b
پسماند انباشته شده (به مدت سه ماه)	G ₂	۰/۲۸a

*- یک نانوگرم معادل یک قسمت در میلیارد (ng/g) و یا (ppb)

- حروف مشابه در هر ستون نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد است.



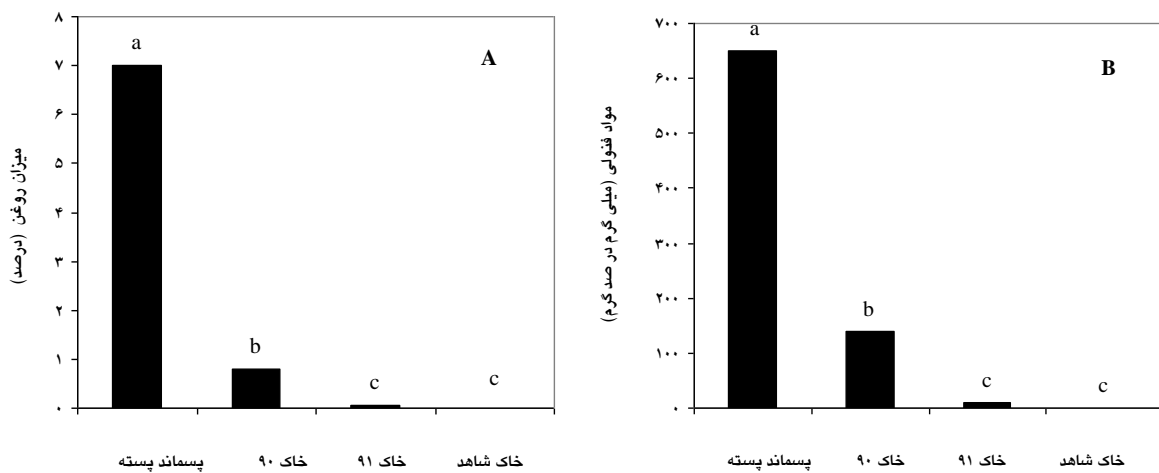
شکل ۲- نتایج HPLC: وجود آفلاتوکسین نوع G₂ در پسماند پسته (A) عدم آلودگی نمونه خاک به آفلاتوکسین در سال ۹۰ (B) و ۹۱ (C).

بود که این مقدار در نمونه خاک سال ۹۰ به ۰/۸ درصد و در نمونه خاک سال ۹۱ به کمتر از ۰/۰۵ درصد کاهش یافت.

(۲) آزمایشات بیوشیمیایی بر اساس نتایج حاصل، مقدار روغن موجود در تیمارها از نظر آماری (در سطح ۵ درصد) متفاوت بود (شکل ۳A). میانگین درصد روغن پسماند پسته ۷ درصد

می‌شود پسماند پسته مانند سایر مواد بیولوژیکی توسط ذرات کلوئیدی و بافت خاک قابل تجزیه و تبدیل است. نتایج تحقیقات لوپوی و همکاران (۲۰۰۴) در مورد کنجاله کلزا، لمون اُرتگا و همکاران (۲۰۰۸) در پسماند گندم و درستکار (۲۰۱۰) روی ضایعات سورگوم نیز امکان تغییر یا هیدرولیز ضایعات و پسماند کشاورزی توسط خاک را تأیید می‌کند، با این حال نمی‌توان این حقیقت را انکار کرد که کاربرد بیش از حد چنین پسماندهایی می‌تواند حتی قدرت تجزیه‌کنندگی خاک را تحت الشعاع قرار دهد.

بین تیمارهای مورد آزمایش از نظر مواد فنولی اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت (شکل ۳B). مخلوط پسماند حدود ۶۵۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم مواد فنولی داشت که این مقدار در نمونه خاک سال ۹۰، ۱۴۰ و در نمونه خاک سال ۹۱ کمتر از ۱۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بود. بیشتر مواد فنولی پسماند در پوست سبز پسته موجود است. چنانچه میزان مواد فنولی پوست سبز ارقام کله‌قوچی، احمدآقایی و اوحدی در محدوده ۱۱۵۰ تا ۱۴۰۰ میلی‌گرم گزارش شده است (افشاری و همکاران ۲۰۰۹)، از این رو بخش اعظم مواد فنولیکی پسماند ناشی از پوست تازه پسته است. بر اساس نتایج استنباط



شکل ۳- تغییرات میزان روغن (A) و مواد فنولی (B) در پسماند پسته و خاک‌های مورد آزمایش

بیشترین میزان پتاسیم (K) به خاک سال ۹۱ مربوط بود (۵۴۲ پی پی ام). میزان پتاسیم در خاک سال ۹۰ و ۹۱ به ترتیب به میزان ۱۱ و ۸۹/۵ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داشت. همچنین میزان عناصر کم مصرف خاکی که سال ۹۰ پسماند به آن اضافه شده بود بیشتر از خاک شاهد بود که این افزایش در مورد عنصر روی (Zn) بیش از سایر عناصر میکرو مشاهده شد. میزان روی در خاک سال اول آزمایش ۲۷۰ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود، ولی از نظر عنصر بُر (B) بین تیمارهای مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، با این حال افزودن

۳) نتایج آزمایشات کیفی خاک

نتایج آزمایشات شیمیایی خاک در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج آزمون کیفی پسماند نیز جهت اطلاع در انتهای جدول ۲ درج گردیده است. بر اساس نتایج به دست آمده افزودن پسماندها به خاک بطور معنی‌داری باعث کاهش هدایت الکتریکی (EC) شد. اسیدیته (pH) نمونه خاک سال ۹۰ و ۹۱ به ترتیب ۵ و ۳/۸ درصد کمتر از تیمار شاهد بود. بیشترین مقدار ازت (N) و فسفر (P) به خاکی که سال ۹۰ به آن پسماند اضافه شده بود اختصاص داشت (به ترتیب ۰/۷۵ درصد و ۴۹/۶ پی پی ام)، ولی

شاهد شد. کاهش عنصر بُر از آنجایی اهمیت دارد که غالباً مناطق پسته خیز با سمیت این عنصر روبرو هستند.

پسماند باعث کاهش عنصر بُر به میزان ۱۶ درصد در خاک سال ۹۰ و ۲۲ درصد در خاک سال ۹۱ نسبت به

جدول ۲- تأثیر افزودن پسماند بر خصوصیات شیمیایی و عناصر ماکرو و میکروی خاک

B	Cu	Zn	Mn	Fe	K	P	N	O.C*	EC		
ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	ds/m	pH	تیمارها
۱/۸a	۰/۸۲b	۰/۶۰c	۴/۰۰a	۲/۲۶c	۲۸۶c	۱۶/۸c	۰/۰۶c	۰/۰۹c	۴/۶۳a	۸/۲a	خاک شاهد
۱/۵a	۱/۰۰a	۲/۲۴a	۳/۵۶b	۲/۶۲a	۳۱۶b	۴۹/۶a	۰/۷۵a	۰/۷۸a	۲/۱۰c	۷/۸b	خاک سال ۹۰
۱/۴a	۰/۷۳c	۰/۶۲b	۳/۳۸c	۲/۳۰b	۵۴۲a	۲۱/۲b	۰/۶۳b	۰/۶۵b	۳/۵۴b	۷/۹b	خاک سال ۹۱
۴۵	۶	۸	۹	۷۶	۹۶۲	۸۲۰	۱/۴۱	—	—	—	پسماند**

*- میزان مواد آلی محلول در خاک

** - عناصر موجود در پسماند که صرفاً جهت اطلاع ارائه شده‌اند و ارتباطی به تیمارها ندارند.

- در ستون‌هایی که حروف مشابه هستند در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

نتایج کلی و پیشنهادات

کیفیت خاک از عوامل موثر بر تولید محصولات گیاهی است و بهبود آن نه تنها بر عملکرد بهینه گیاهان، بلکه در سلامت آن و بالطبع حفظ کیفیت محیط زیست نقش اساسی دارد. برگشت باقیمانده گیاهان تحت عنوان کود آلی طی فرآیندهای میکروبیولوژیکی باعث آزادسازی عناصر معدنی و افزایش ماده آلی خاک می‌شود. بر اساس نتایج این تحقیق، افزودن پسماند پسته به خاک باغ‌ها می‌تواند هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک را کاهش دهد، مشکلی که امروزه اکثر مناطق پسته‌خیز کشور با آن دست به‌گریبان است. علاوه بر این مصرف پسماند پسته موجب غنی شدن خاک از عناصری می‌گردد که مستقیماً توسط درختان پسته جذب می‌شود و لذا می‌تواند راهکاری سریع و فوری جهت تأمین عناصر مورد نیاز درختان پسته باشد.

با این حال نباید از پتانسیل بالای پسماندها در ایجاد آلودگی قارچی و توکسینی غافل شد. هرچند آلودگی موجود در پسماندها توسط ذرات کلونیدی خاک تجزیه می‌گردد، ولی نباید خطرات توکسین‌ها نادیده گرفته شود. با این‌که اغلب قارچ‌ها خاصیت ساپروفیتی دارند،

اما گونه‌هایی مانند *Aspergillusniger* قادر است حالت تهاجمی به خود گرفته و در شرایط مساعد به دانه و میوه‌های در حال رشد حمله کند، بنابراین این احتمال وجود دارد که پسماند پسته و حتی دانه‌های ریخته شده در سطح باغ عامل توالی تولید آسپراژیلوس و گسترش اسپور آن باشند.

از آنجایی که اغلب، همه عوامل اساسی هیدرولیز مواد در یک زمان و یک مکان فراهم نمی‌باشند، لذا ایجاد دوره بازیابی توان خاک در فرایند تجزیه پسماندها اجتناب ناپذیر است. از طرفی مشخص شده است که استفاده بیش از حد از پسماند گیاهی می‌تواند اثر بازدارندگی رشدی ایجاد کند (آنگرز و همکاران ۱۹۹۷)، لذا پیشنهاد می‌شود کاربرد پسماند در باغ‌های پسته به صورت دو یا سه سال یکبار انجام شود. همچنین پسماندها قبل از ورود به باغ ابتدا در مکان مناسب به طور مرتب زیر و رو گردد تا رطوبت آن سریعتر کاهش یابد. استفاده از قارچ‌کش‌های مناسب جهت گندزدایی و استفاده کارگران از ماسک فیلتردار در هنگام انتقال پسماند به باغ‌ها و مخلوط نمودن کامل این مواد با خاک، از دیگری موارد است که اکیداً توصیه می‌گردد.

منابع مورد استفاده

- Afshari H, Talaie A, Mohammadi Moghadam M and Panahi B. 2009. Differences of elements in early splitting of pistachio nuts and the effect of phenolic compounds and gallic acid on rate. Iranian Journal of Horticultural Science. 23(1): 10-17. (In Persian)
- Aghabalaei F and Raiesi, F, 2007. Ecological effects of different substrates on soil microbial biomass activity. Proceedings of the 2th Congress of Ecological Agriculture of Iran, Gorgan, Iran. 2762-2751.
- Angers DA, Recous S and Atia C, 1997. Fate of carbon and nitrogen in water-stable aggregates during decomposition of 13 C and 15 N -labeled wheat straw in situ. European Journal of Soil Science, 48: 295-300.
- Angle JS and Wagner GH, 1980. Decomposition of aflatoxin in soil. Soil Science Society of American Journal, 44:1237-1240.
- Angle JS and Wagner GH, 1981. Aflatoxin effects on soil microorganisms. Journal of Soil Biological and Biochemical, 13:381-384.
- Araghi MM, Mostafa M and Rahnema K. 2009. The importance of the role of genes involved in the production of aflatoxin in pistachios relying on track and its biosynthetic pathway. Plant Protection and Food Journal. 2: 37-40. (In Persian).
- Bastida F, Moreno JL, Hernández T and García C, 2006. Microbiological degradation index of soils in a semiarid climate. Soil Biology and Biochemistry, 38:3463-3473.
- Daneshmandi MSH. 2013. Pistachio production in Khorasan province. Teaching notes. PP. 50. (In Persian)
- Daneshmandi MSH. Azizi M and Farhoosh R. 2014. The Study on physical, chemical and biochemical characteristics of pistachio (*Pistacia vera* L. cv. Daneshmandi) and its comparison to some commercial cultivars from Iran. Iranian Journal of Horticultural Science. 28(1): 10-17. (In Persian).
- Dorostkar V. 2010. The impact of crop residue accumulation on the ability to absorb of Zn in the soil and its concentration in wheat grain. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, Technology University of Isfahan, Iran.
- Food and Agriculture Organization (FAO), 2014. <http://www.fao.org/fao>.
- Lakzian A. and yazdanpanah N. 2007. The study of decomposition residue of wheat, alfalfa and tomato for vitro. Iranian Agricultural Science and Technology Journal. 21(2): 3-9. (In Persian)
- Limon-Ortega A, Govaerts B and Sayre KD, 2008. Straw management, crop rotation, and nitrogen source effect on wheat grain yield and nitrogen use efficiency. European Journal of Agronomy, 29: 21-28.
- Lupwayi NZ, Clayton GW, O'Donovan JT, Harker KN, Turkington TK and Rice WA, 2004. Decomposition of Crop residues under conventional and zero tillage. Canadian journal of Soil Science, 84:403-410
- Malik EP and Singh M. 1980. Plant enzymology and histo-enzymology. 1st Edition, Kalyani Publishers: New Delhi.
- McLean ED. 1982. Soil pH and lime requirement. Methods of Soil Analysis Part II: Chemical and Microbiological Properties. 2nd ed. Agronomy 9(1).ASA.SSSA. Madison Publisher, Wisconsin, USA. 199-209
- Michael NW and Joshua PS, 2003. Interaction between carbon and nitrogen mineralization and soil organic matter chemistry in Arctic Tundra soils. Ecosystems, 23:129-143.
- Moradi M, 2003. Study the productive concentration of aflatoxin in pistachio production process to determine the starting point pollution and control. final report of Iranian Pistachio Research Institute's. (In Persian).
- Moradi M, Ershadi R Mirabolfathi M. and Panahi B. 2005. The role of plant debris, soil and manure on population density of *Aspergillus flavus* and *Aspergillus niger* groups in pistachio orchards of Kerman province. Iranian Journal Plant Disease. 40(2):221-234. (In Persian).

- Raiesi F. 2006. Carbon and N mineralization as affected by soil cultivation and crop residue in a calcareous wetland ecosystem in Central Iran. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 112:3-20.
- Shakerardekani A, Karim R and Mirdamadiha F. 2012. The effect of sorting on aflatoxin reduction of pistachio nuts. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 10 (1): 459-461.