Archive of SID

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و پنجم، شماره چهارم، ۱۳۹۷
http://jopp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jopp.2018.14131.2268

تأثیر منابع کودی بر صفات زیست– شیمیایی و عملکرد رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.) در شرایط رقابت و عدم رقابت با علف‌های‌هرز

مریم صادق[۱]، *فائزه زعفریان[۲]، وحید اکبرپور[۳] و مصطفی عمادی[۴]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، [۲]گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، [۳]گروه باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، [۴]گروه خاکشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۹/۰۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۲۱

چکیده

سابقه و هدف: تغذیه گیاه عامل مهمی در رشد و ترکیبات شیمیایی گیاهان است. کاربرد کودهای طبیعی می‌تواند عملکرد و شاخص‌های دارویی گیاهان را ارتقاء بخشد. رزماری با نام علمی *Rosmarinus officinalis* L. به خانواده نعناعیان (Lamiaceae) تعلق دارد. کاربرد کودهای شیمیایی باعث آلودگی‌های محیطی و صدمات بوم‌شناختی می‌شود. یکی از راهکارهای رفع این مشکلات استفاده از اصول کشاورزی پایدار در بوم‌نظام‌های زراعی می‌باشد که از جمله این راهکارها می‌توان به استفاده از کودهای آلی مانند ورمی‌کمپوست و کود دامی اشاره کرد. با توجه به مطالب ذکر شده و با در نظر گرفتن اهمیت گیاه دارویی رزماری و همچنین مدیریت علف‌هرز در بوم‌نظام‌های کشاورزی که یکی از بزرگ‌ترین مشکلاتی است که کشاورزان با آن مواجه هستند، این آزمایش با هدف تأثیر منابع کودی بر خصوصیات بیوشیمیایی و عملکرد رزماری در شرایط رقابت و عدم رقابت با علف‌های‌هرز مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: این آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال ۱۳۹۵ به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل رقابت گیاه زراعی و علف‌های‌هرز (در دو سطح وجود علف‌هرز و وجین علف‌هرز) به‌عنوان عامل اصلی و منابع کودی شامل: کود دامی (۲۰ تن در هکتار)، ورمی‌کمپوست (۱۰ تن در هکتار)، کود دامی (۱۰ تن در هکتار) + ورمی‌کمپوست (۵ تن در هکتار)، کود شیمیایی NPK، نانوکود NPK و شاهد (عدم مصرف کود) به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. صفات مورد ارزیابی شامل: رنگدانه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کارتنوئید)، فنل کل، فلاونوئید کل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، عناصر غذایی (NPK)، عملکرد رزماری و زیست‌توده علف‌های‌هرز بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تیمارهای آزمایش تأثیر معنی‌داری بر تمامی صفات مورد ارزیابی داشته‌اند. بیش‌ترین میزان کلروفیل a (۷/۴۲ میکروگرم در میلی‌لیتر)، کلروفیل b (۲/۶۶ میکروگرم در میلی‌لیتر)، کلروفیل کل (۱۰/۰۸ میکروگرم در میلی‌لیتر) و کارتنوئید (۲/۱۹ میکروگرم در میلی‌لیتر) در تیمار ورمی‌کمپوست و همچنین بالاترین میزان این صفات در شرایط عدم تداخل علف‌های‌هرز ملاحظه گردید. بالاترین مقدار فنل کل (۷۰/۸۵ میلی‌گرم در گرم برگ خشک)، فلاونوئید کل (۴۶/۴۳ میلی‌گرم در

* مسئول مکاتبه: fa_zaefarian@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

گرم برگ خشک) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۹۱ درصد) به‌ترتیب در تیمار کود دامی بدون وجین، کود دامی بدون وجین و ورمی‌کمپوست بدون وجین حاصل گردید. حداکثر مقادیر نیتروژن (۱/٦٥ درصد)، فسفر (۱/۲٦ درصد) و پتاسیم (۱/۹۰ درصد) نیز به‌ترتیب مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست با وجین کود دامی با وجین و ورمی‌کمپوست با وجین بود. بالاترین وزن خشک علف‌های‌هرز در هر سه مرحله نمونه‌برداری در تیمار کود شیمیایی مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: نتایج آزمایش بیانگر برتری کودهای آلی نسبت به کود شیمیایی و نیز پاسخ مثبت رزماری نسبت به مصرف کود می‌باشد. عدم مصرف نهاده‌های شیمیایی در تولید گیاهان دارویی و فراورده‌های آن‌ها، شرط اصلی سالم و طبیعی بودن آن‌ها است، بنابراین، با توجه به پاسخ مثبت گیاه دارویی رزماری به کاربرد کودهای آلی، به‌نظر می‌آید که به‌کارگیری این کودها ضمن کاهش مصرف کودهای شیمیایی و نیز نداشتن عواقب سوء زیست‌محیطی، با کاهش وزن خشک علف‌های‌هرز موجب کاهش خسارت علف‌های‌هرز و همین‌طور کاهش مصرف علف‌کش گردیده، به‌همین دلیل روش مناسبی برای تولید سالم و پایدار این گونه محصولات می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: رنگدانه‌های فتوسنتزی، علف‌هرز، کودهای آلی، گیاهان دارویی

مقدمه

در حال حاضر تقاضا برای گیاهان دارویی به‌عنوان تولیدات قابل‌مصرف در صنایع بهداشتی و دارویی در حال افزایش است (۳٤). در این‌میان، رزماری با نام علمی *Rosmarinus officinalis* L. و محلی اکلیل کوهی، گیاهی چندساله، دارای فرم بوته‌ای، همیشه سبز و معطر از خانواده نعناعیان (Lamiaceae) می‌باشد. از برگ‌ها و اسانس رزماری در صنایع داروسازی و آرایشی- بهداشتی استفاده می‌شود. مواد مؤثره موجود در رزماری موجب تحریک و تسریع گردش خون و افزایش خون‌رسانی شده از این‌رو در درمان میگرن، سردرد و فشار خون و به‌عنوان محرک رشد مو مورد استفاده قرار می‌گیرد. اثرات ضدقارچ و انگل‌کش ملایم اسانس رزماری نیز تأیید شده است (۱۹). در اسانس این گیاه موادی هم‌چون اسیدهای فنلی از جمله اسید رزمارینیک[1]، اسید کافئیک[2]، اسید کلروژنیک[3]، اسید نئوکلروژنیک[4]، اسید لابیاتیک[5]، دی‌ترپن‌های تلخ (کارنوزول[6] و رزمانول[7])، انواع فلاونوئیدها و گلیکوزیدها مانند دیوزمتین[8]، لوتئولین[9] و همچنین سالیسیلات وجود دارد (٤۰).

علف‌های‌هرز یکی از موانع اصلی در نظام‌های زراعی می‌باشند که با وجود کنترل شدید، به‌طور متوسط ده درصد از کاهش تولیدات کشاورزی جهان را در اکثر سامانه‌های کشاورزی می‌توان به اثر رقابت علف‌های‌هرز با گیاهان زارعی نسبت داد. از این‌رو، مدیریت علف‌های‌هرز از جمله افزایش توان رقابتی گیاه زراعی، یکی از عناصر کلیدی در بیش‌تر سامانه‌های زراعی می‌باشد که در کشاورزی پایدار از آن بهره جسته و از طریق اصلاح نباتات، مدیریت حاصلخیزی خاک و تغییر آرایش فضایی کانوپی گیاه زراعی قابل حصول می‌باشد (۱٤). علاوه‌بر این، قدرت رقابتی گیاه زراعی و علف‌های‌هرز، با میزان دسترسی به منابع، خصوصیات علف‌های‌هرز و شرایط محیطی نیز همبستگی دارد (۳۳). طی پژوهشی، این نتیجه به‌دست آمد که بیش‌ترین عملکرد دانه کنجد

1- Rosmarinic acid
2- Caffeic acid
3- Chlorogenic acid
4- Neochlorogenic acid
5- Labiatic acid
6- Carnosol
7- Rosmanol
8- Diosmetin
9- Lutein

www.SID.ir

Archive of SID

(*Sesamum indicum* L.) با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و شرایط بدون رقابت با علف‌های‌هرز و کم‌ترین عملکرد از تیمار عدم مصرف کود و شرایط رقابت با علف‌های‌هرز به‌دست آمد (۲۷). با بررسی تأثیر زمان وجین علف‌های‌هرز بر عملکرد و اجزاء عملکرد کنجد (*Sesamum indicum* L.)، پژوهشگران دریافتند که با افزایش دوره تداخل علف‌هرز در اول فصل و یا در آخر فصل، عملکرد و اجزاء عملکرد کنجد به‌طور معنی‌داری کاهش و با افزایش طول دوره وجین عملکرد دانه افزایش یافت (٦٣).

مصرف صحیح عناصر غذایی سبب افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی شده (١٦) و امروزه از کودها به‌عنوان ابزاری برای دست‌یابی به حداکثر تولید در واحد سطح استفاده می‌شود. در پژوهشی گزارش شد که افزودن ورمی‌کمپوست در بستر کشت گیاه دارویی بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) و رازیانه (*Foeniculum vulgare* Miller.) باعث افزایش جذب عناصر غذایی و فتوسنتز و شاخص‌های رشد در این گیاهان شد (٤). در پژوهشی دیگر پژوهشگران دریافتند که با افزایش میزان ورمی‌کمپوست به خاک نه تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به‌ویژه نیتروژن و فسفر افزایش یافت بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه، تولید ماده خشک، عملکرد گل و درصد اسانس در گیاه بابونه افزایش یافت (٥٥). استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی، علاوه‌بر ایجاد آلودگی‌های محیطی و صدمات بوم‌شناختی (٢٥)، موجب افت عملکرد گیاهان زراعی شده که این رخداد نتیجه اسیدی شدن خاک، کاهش فعالیت‌های زیستی و خصوصیات فیزیکی خاک و همچنین عدم وجود ریزمغذی در کودهای شیمیایی NPK می‌باشد (٢). بنابراین، برای کاهش این مخاطرات باید از منابع و نهاده‌هایی استفاده کرد که علاوه‌بر تأمین نیازهای فعلی گیاه به پایداری سیستم‌های کشاورزی در درازمدت نیز منجر شود (٣٧).

با توجه به گرایش جهانی برای تولید و بازتولید گیاهان دارویی در سامانه‌های کشاورزی پایدار و کم‌نهاده و لزوم مدیریت علف‌های‌هرز به‌دلیل خسارات ناشی از آن‌ها و همچنین تغذیه گیاهی در راستای افزایش و پایداری تولید و حفظ محیط‌زیست، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر منابع کودی مختلف در شرایط رقابت و عدم رقابت با علف‌های‌هرز، بر عملکرد و صفات زیست- شیمیایی گیاه رزماری انجام گردید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر منابع کودی مختلف بر رزماری در شرایط رقابت و عدم رقابت با علف‌های هرز، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی اجرا گردید. عامل اصلی، رقابت گیاه زراعی و علف‌های‌هرز (در دو سطح وجود و عدم وجود علف‌هرز) و عامل فرعی منابع کودی شامل: کود دامی گوسفندی (٢٠ تن در هکتار)، ورمی‌کمپوست (١٠ تن در هکتار)، کود دامی گوسفندی (١٠ تن در هکتار) + ورمی‌کمپوست (٥ تن در هکتار)، کود شیمیایی (اوره به‌میزان ١٠٠ کیلوگرم در هکتار + سوپرفسفات تریپل به‌میزان ١٠٠ کیلوگرم در هکتار + سولفات پتاسیم به‌میزان ٦٠ کیلوگرم در هکتار)، نانوکود NPK (نانوکلات پتاسیم به‌میزان ٢٠٠٠٠٠ میلی‌گرم بر کیلوگرم، نیتروژن ٢٠٠٠٠٠ میلی‌گرم بر کیلوگرم و فسفات ٢٠٠٠٠٠ میلی‌گرم بر کیلوگرم) معادل ٥٠ سی‌سی در ٢٠ لیتر آب و شاهد (عدم مصرف کود شیمیایی) می‌باشد که در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری با عرض جغرافیایی °٣٦ و ´٤٢ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی °٥٣ درجه و ´١٣ دقیقه

www.SID.ir

Archive of SID

شرقی و میانگین ارتفاع از سطح دریا ١٤ متر، در سال ۱۳۹۵ به اجرا درآمد. کرت‌های آزمایشی به‌صورت ۳×۲ با پنج خط کاشت که فاصله بین ردیف‌ها ٤٠ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ٦٠ سانتی‌متر می‌باشد، آماده‌سازی شد.

به‌منظور بررسی وضعیت عناصر غذایی از خاک و کودهای آلی مورد استفاده نمونه‌گیری شد، که نتایج حاصل از تجزیه در جدول‌های ۱ و ۲ قابل مشاهده است. تیمارهای کود آلی ۱ ماه قبل از کشت به کرت‌های مورد نظر اعمال و تا عمق ۱۵ سانتی‌متری با خاک مخلوط شدند. نشاءها از خزانه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری تهیه شد و در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه عملیات کاشت انجام شد. محلول‌پاشی نانو کود NPK طی دو مرحله صورت گرفت. مرحله اول سه هفته بعد از کاشت گیاه و مرحله دوم یک هفته قبل از شروع گلدهی بوده است. علف‌های‌هرز غالب شناسایی شده در مزرعه گاوپنبه (*Abutilon theophrasti* Medic.)، قیاق (*Sorghum halepense* L.) و مرغ (*Cynodon dactylon* L.)، بودند. عملیات وجین علف‌های‌هرز در کرت‌های مورد نظر به‌صورت دستی و هر هفته به محض رویت شدن علف‌هرز انجام گردید. عملیات آبیاری دوبار در هفته انجام گرفته که پس از استقرار بوته‌ها به یک بار در هفته تقلیل یافت.

جدول ۱- برخی از خصوصیات شیمیایی خاک مزرعه و کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش.

Table 1. Some of the chemical properties of field soil and organic fertilizers used in experiment.

نمونه Sample	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($ds.m^{-1}$)	اسیدیته pH	نیتروژن (درصد) N(٪)	فسفر (درصد) P(٪)	پتاسیم (درصد) K(٪)	بافت Texture
خاک Soil	0.985	7.5	0.13	0.0011	0.018	رسی- سیلتی Clay-silty
کود گوسفندی Sheep manure	12.5	7.62	1.4	0.56	1.52	-
ورمی‌کمپوست Vermicompost	2.1	7.1	2.64	1.2	4.71	-

اندازه‌گیری رنگدانه‌های فتوسنتزی کلروفیل a، b و کارتنویید در زمان شروع گلدهی و با روش پورا و همکاران (۲۰۰۲)، به‌ترتیب در طول موج‌های ٦٦٥/٢، ٦٥٢/٤ و ٤٧٠ نانومتر و به‌وسیله دستگاه اسپکتوفتومتر انجام گرفت (٤٧). میزان نیتروژن گیاهی با روش تیتراسیون بعد از تقطیر و به کمک دستگاه کجلدال (٦٢)، غلظت پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر و به روش نشر شعله‌ای (۱۸)، فسفر موجود در عصاره‌های گیاهی به روش رنگ‌سنجی و با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر (۱۵) و همگی این صفات در مرحله گلدهی نمونه‌برداری و اندازه‌گیری شدند. مقدار فنل کل با استفاده از روش فولین- سیوکالتیو (٤٦) محاسبه و برای تعیین مقدار فلاونوئید از روش‌های رنگ‌سنجی استفاده گردید (۱۷). همچنین فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها با استفاده از روش اندازه‌گیری کاهش ظرفیت رادیکالی ۲-۲ دی‌فنیل-۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH) مورد ارزیابی قرار گرفت (۱۱).

www.SID.ir

Archive of SID

به‌منظور بررسی میزان تغییرات ماده خشک علف‌های‌هرز، سه مرحله نمونه‌برداری (در زمان آغاز دوره رشد، اواسط دوره رشد و در نهایت قبل از گلدهی گیاه رزماری) انجام شد. بدین‌منظور از کوادرات ۵۰×۵۰ سانتی‌متر در هر کرت به‌صورت تصادفی استفاده شد و بوته‌های علف‌های‌هرز در هر کوادرات، برداشت و سپس نمونه‌های مربوط به هر کرت در داخل پاکت‌هایی قرار داده شده و به‌مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون نگهداری و خشک شد و سپس توزین گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شده و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید. مقایسه میانگین‌ها نیز از طریق آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

کلروفیل a و b، کلروفیل کل و کارتنوئید: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده تیمار کودی مختلف و همچنین حضور و عدم حضور علف‌های هرز بر میزان کلروفیل a، b، کلروفیل کل و همچنین کارتنوئید معنی‌دار بوده است ولی برهمکنش تیمارهای آزمایش تأثیر معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای کودی مختلف از لحاظ آماری، تفاوت چندانی در میزان کلروفیل a مشاهده نگردید؛ با این حال بیش‌ترین و کم‌ترین میزان کلروفیل a به‌ترتیب مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست (۷/۴۲ میکروگرم در میلی‌لیتر) و شاهد (۳/۵۸ میکروگرم در میلی‌لیتر) بود (جدول ٤). همچنین در شرایط عدم رقابت با علف‌های‌هرز نیز میزان کلروفیل a (۷/۵۷ میکروگرم در میلی‌لیتر) نسبت به شرایط رقابت (٤/۷٤ میکروگرم در میلی‌لیتر) بیش‌تر بود (جدول ۳). بالاترین و پایین‌ترین میزان کلروفیل b نیز به‌ترتیب مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست (۲/٦٦ میکروگرم در میلی‌لیتر) و شاهد (۱/۱٤ میکروگرم در میلی‌لیتر) بود که از لحاظ آماری بین تیمارهای ورمی‌کمپوست، نانوکود و شیمیایی تفاوت چندانی مشاهده نگردید (جدول ۳). عدم حضور علف‌های‌هرز میزان کلروفیل b (۲/۵۳ میکروگرم در میلی‌لیتر) بالاتری را نشان داد در صورتی که در شرایط رقابتی میزان کلروفیل b ۱/۳۸ میکروگرم در میلی‌لیتر بود (جدول ٤). از نظر میزان کلروفیل کل تیمار ورمی‌کمپوست (۱۰/۰۸ میکروگرم در میلی‌لیتر) بیش‌ترین و تیمار شاهد (٤/۷۳ میکروگرم در میلی‌لیتر) کم‌ترین میزان را دارا بودند. البته بین تمامی تیمارهای کودی به‌جز تیمار شاهد تفاوت چندانی از لحاظ آماری مشاهده نگردید (جدول ۳). در شرایط عدم رقابت با علف‌های‌هرز نیز میزان کلروفیل کل (۹/۹۷ میکروگرم در میلی‌لیتر) بیش‌تری نسبت به شرایط رقابتی (٦/۲۵ میکروگرم در میلی‌لیتر) حاصل شد (جدول ۳). حداکثر و حداقل میزان کارتنوئید نیز در تیمار کودی به‌ترتیب مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست (۲/۱۹ میکروگرم در میلی‌لیتر) و شاهد (۱/۱۹ میکروگرم در میلی‌لیتر) بود. البته بین تیمارهای کود دامی، نانوکود و شیمیایی از لحاظ آماری تفاوت چندانی مشاهده نگردید (جدول ۳). در شرایط رقابتی نیز میزان کارتنوئید به‌ترتیب در تیمار عدم رقابت با علف‌های‌هرز به‌میزان ۱/۹٦ میکروگرم در میلی‌لیتر و رقابت با علف‌های‌هرز به‌مقدار ۱/۲۹ میکروگرم در میلی‌لیتر دیده شد (جدول ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر منابع کودی مختلف بر رنگدانه‌های فتوسنتزی رزماری در رقابت با علف‌های‌هرز.

Table 2. Analysis of variance of different fertilizer sources effects on photosynthetic pigments of rosemary in competition with weeds.

کارتنوئید Carotenoid	کلروفیل کل Total Chlorophyll	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل a Chlorophyll a	درجه آزادی Df	منابع تغییرات S.O.V
0.70	12.36	0.63	4.26	2	بلوک Block
4.11**	124.35**	11.85**	72.06**	1	علف‌های‌هرز (A) Weeds
0.06	2.35	0.15	0.71	2	خطای (a) Error (a)
0.74**	19.26**	1.44**	10.46**	5	منابع کودی (B) Fertilizer sources (B)
0.09 ns	3.08 ns	0.70 ns	2.73 ns	5	A×B
0.05	3.19	0.33	1.41	20	خطا آزمایش Error
15.54	29.005	29.51	19.3		ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)

ns و ** به‌ترتیب نشان‌دهنده غیرمعنی‌داری و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

ns and ** are non-significant and significant at 1% probability levels, respectively.

فراهم بودن نیتروژن که یکی از عناصر اصلی تشکیل‌دهنده حلقه تتراپیرول کلروفیل می‌باشد، از یک‌سو سبب افزایش میزان آمونیوم و از سوی دیگر افزایش آنزیم‌های گلوتامات سنتتاز و گلوتامین سنتتاز دخیل در تولید کلروفیل شده، بنابراین در تیمارهایی که پتانسیل نیتروژن قابل‌دسترس بیش‌تری داشته‌اند، کلروفیل برگ افزایش می‌یابد (۲۹). اضافه کردن ورمی‌کمپوست به خاک باعث جذب نیتروژن توسط ریشه‌ها، افزایش رشد رویشی و تولید بیش‌تر برگ‌ها می‌شود (۳٦) که به نوبه خود سبب افزایش سطح جذب نوری، سطح فتوسنتزی، ساخته شدن مواد هیدروکربنی در برگ‌ها و افزایش کلروفیل a، b و کلروفیل کل می‌گردد که با پژوهش‌هایی که روی فلفل (*Capsicum annum* L.) انجام شده هم‌راستا است (٤۳). آتیه و همکاران (۲۰۰۰) بیان کردند که یون‌های آمونیومی توسط موادی که دارای بار منفی هستند به‌طور وسیعی جذب می‌شوند و یا طی نیتریفیکاسیون به نیترات تبدیل می‌شوند. جذب ترکیبات نیتراته از یک طرف و افزایش میزان عناصری مانند منگنز و آهن در گیاهان تحت تیمار ورمی‌کمپوست از طرف دیگر، خود دلیل افزایش میزان کلروفیل برگ در گیاه می‌باشد (۷).

پژوهش‌های مشابه، تأثیر ورمی‌کمپوست بر افزایش مقدار کاروتنوئید در گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) و نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) را تأیید می‌کند (۵۵ و ۳). البته افزایش در مقدار کاروتنوئید ممکن است به‌دلیل افزایش تأثیر نیتروژن و سایر عناصر آلی موجود در ورمی‌کمپوست باشد. میزان کلروفیل در گیاه به قابلیت دسترسی نیتروژن خاک و توانایی جذب نیتروژن توسط گیاه وابسته است؛ به‌گونه‌ای که فراهمی بیش‌تر نیتروژن در محیط ریشه سبب افزایش جذب این

www.SID.ir

Archive of SID

عنصر توسط گیاه شده که در نهایت این امر افزایش کلروفیل را به همراه دارد (۵۸)، این‌طور به‌نظر می‌رسد که علف‌های‌هرز با رقابت برای عناصر غذایی همانند نیتروژن سبب کاهش دسترسی رزماری به مقدار کافی نیتروژن شده (جدول ۵) و از آن‌جایی‌که نیتروژن نقش اساسی در ساختمان کلروفیل‌ها دارد، رقابت با علف‌های‌هرز سبب کاهش میزان کلروفیل برگ‌ها شده است (۳۰ و ٤٥).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر منابع کودی مختلف بر رنگدانه‌های فتوسنتزی رزماری در رقابت با علف‌های هرز.

Table 3. Mean comparison of different fertilizer sources effects on photosynthetic pigments of rosemary in competition with weeds.

کارتنوئید (میکروگرم در میلی‌لیتر) Carotenoid ($\mu g\ ml^{-1}$)	کلروفیل کل (میکروگرم در میلی‌لیتر) Total Chlorophyll ($\mu g\ ml^{-1}$)	کلروفیل b (میکروگرم در میلی‌لیتر) Chlorophyll b ($\mu g\ ml^{-1}$)	کلروفیل a (میکروگرم در میلی‌لیتر) Chlorophyll a ($\mu g\ ml^{-1}$)	تیمار Treatment	
1.44^{cd}	8.54^{a}	2.03^{ab}	6.51^{a}	کود شیمیایی NPK Chemical NPK fertilizer	منابع کودی Fertilizer sources
1.81^{b}	8.44^{a}	1.89^{b}	6.54^{a}	کود گوسفندی Sheep fertilizer	
2.19^{a}	10.08^{a}	2.66^{a}	7.42^{a}	ورمی‌کمپوست Vermicompost	
1.43^{cd}	8.12^{a}	1.86^{b}	6.25^{a}	کود گوسفندی × ورمی‌کمپوست Sheep fertilizer × Vermicompost	
1.70^{bc}	8.78^{a}	2.13^{ab}	6.64^{a}	نانوکود Nano fertilizer	
1.19^{d}	4.73^{b}	1.14^{c}	3.58^{b}	شاهد Control	
1.96^{a}	9.97^{a}	2.53^{a}	7.57^{a}	با وجین Weed free	علف‌های‌هرز Weeds
1.29^{b}	6.25^{b}	1.38^{b}	4.74^{b}	بدون وجین Weedy	

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means which follow the same letter are not statistically different at 5% probability level based on LSD test.

فنل کل: نتایج تجزیه واریانس (جدول ٤)، بیانگر معنی‌دار شدن اثر ساده و متقابل منابع کودی و علف‌های‌هرز بر میزان فنل کل رزماری داشت. به‌طوری‌که بیش‌ترین و کم‌ترین میزان فنل به‌ترتیب در تیمار کود دامی بدون وجین (۷۰/۸۵ میلی‌گرم در گرم برگ خشک) و شاهد با وجین (۳۵/٤۰ میلی‌گرم در گرم برگ خشک) به‌دست آمد (جدول ۵). البته بین تیمارهای کود دامی بدون وجین و ورمی‌کمپوست بدون وجین و همچنین تیمارهای شاهد بدون وجین و شاهد با وجین تفاوتی از لحاظ آماری مشاهده نگردید (جدول ۵). افزایش ترکیبات فنلی با افزایش فراهمی نیتروژن در روش‌های تغذیه‌ای ارتباط مستقیم دارد. نتایج بررسی اثر کودهای آلی بر مقدار ترکیبات فنولی کل و خاصیت آنتی‌اکسیدانی برخی گیاهان دارویی بیانگر آن است که فراهمی مطلوب عناصر غذایی برای گیاه با فراهم کردن مواد آلی در خاک در بهبود این صفات اثرگذار است (۳۵). پژوهشگران دیگری نیز شرایط رشد و پرورش گیاه

www.SID.ir

Archive of SID

را در تولید متابولیت‌های ثانویه گیاهی دخیل می‌دانند (۵۹). در پژوهشی دیگر افزایش در میزان نیتروژن و فسفر سبب افزایش ترکیبات فنولی در گیاه *Athrixia phylicoides* L. شد (۳۸). در آزمایشی که توسط فتحی و همکاران (۲۰۱٦) روی برخی ارقام نخود (*Cicer arietinum* L.) انجام گرفت، گزارش شد که در شرایط تداخل علف‌هرز کمبود آب و مواد غذایی باعث افزایش مقدار ترکیبات فنلی می‌شود اما در شرایط عدم تداخل پاسخ ارقام متفاوت بود (۲۳). این آزمایش با نتایج پترسون و همکاران (۲۰۰۱) و وین‌یارد و همکاران (۲۰۰۵) مطابقت دارد.

فلاونوئید کل: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، نشان داد که اثر ساده و برهمکنش منابع کودی مختلف و علف‌های‌هرز بر میزان فلاونوئید معنی‌دار گردید (جدول ٤). تیمار کود دامی بدون وجین (٤٦/٤۳ میلی‌گرم در گرم برگ خشک) بیش‌ترین میزان فلاونوئید را دارا بود؛ در حالی تیمار شاهد با وجین (۲۰/۰۱ میلی‌گرم در گرم برگ خشک) کم‌ترین میزان فلاونوئید را نشان داد (جدول ۵). پژوهشگران بیان کردند که غلظت‌های بالای فنل در گلچه، به نقش کودهای آلی در تولید موادی که القاءکننده مسیر شیکمیک استات و در نتیجه تولید بیش‌تر فلاونوئیدها و فنولیک است، مربوط می‌شود (۵۳ و ٤٤).

پژوهشی که روی گیاه زنجبیل (*Zingiber officinale* Rosc.) صورت گرفت، بیانگر این امر بود که تحت شرایط بهبود خصوصیات خاک و در نتیجه افزایش فتوسنتز، محتوای فلاونوئید و فنل در این گیاه افزایش یافت که این امر منجر به افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه گشت (۲٤)، که با نتایج آشناور و همکاران (۲۰۱٦) و سایکا و آپادیهایا (۲۰۱۱) هم‌راستا بود (۱ و ۵٦). افزایش میزان فلاونوئید در شرایط رقابتی می‌تواند به‌دلیل فعال شدن راهبرد دفاعی در برابر تنش ایجاد شده باشد. فلاونوئیدها ترکیبات پلی‌فنولیک و از مهم‌ترین ترکیبات ثانویه گیاهان می‌باشند. با ایجاد تنش اکسیداتیو در گیاه، بیان ژنی آنتی‌اکسیدان و مسیر فنیل‌پروپانوئید به‌ویژه مسیر بیوسنتز فلاونوئیدها افزایش می‌یابد (٦۱).

فعالیت آنتی‌اکسیدانی: بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ٤)، اثر ساده و برهمکنش منابع کودی و علف‌های‌هرز بر درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی رزماری معنی‌دار گردید. تیمار ورمی‌کمپوست بدون وجین (۹۱ درصد) بیش‌ترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را دارا بود و کم‌ترین درصد مربوط به تیمار شاهد با وجین (٤۳ درصد) بوده است (جدول ۵). نتایج پژوهش روی مارچوبه (*Asparagus racemosus* Willd.) و *Andrographis paniculata* L. گیاه دارویی بومی آسیای شرقی، بیانگر تأثیر معنی‌دار ورمی‌کمپوست بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی این گیاهان است (۵٦ و ۵۹).

با استفاده از مدیریت مواد غذایی در بستر کشت و تغییر شرایط محیطی می‌توان میزان سنتز متابولیت‌های ثانویه و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را بالا برد. در حقیقت با دست‌کاری شکل رشدی می‌توان میزان متابولیت‌های ثانویه و عملکرد را افزایش داد (٤۱ و ٦٤). در پژوهشی روی گیاه مرزه (*Satureja hortensis* L.) مشخص شد که میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در سطوح مختلف کود کامل اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ولی این مشخصه در همه تیمارهای کودی افزایش یافت. همچنین مشخص شد که ارتباط مثبتی بین میزان فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در این گیاه وجود دارد (٦ و ۳۱). میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه فلفل (*Capsicum annuum* L.) (فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فنل کل، فلاونوئید کل و بتاکاروتن) نیز تحت‌تأثیر تیمارهای کمپوست افزایش یافت. به‌نظر می‌رسد که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاه با افزایش میزان

www.SID.ir

Archive of SID

فنل کل و فلاونوئیدها در جریان استفاده از کودهای آلی افزایش می‌یابد (۵).

بر اساس نتایج حاصل شده از پژوهش، در شرایط رقابت با علف‌های‌هرز میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی رزماری افزایش یافت. این می‌تواند به پیروی میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی از چارچوب تعادل تفاوت رشد (Growth-Differentiation Balance) باشد؛ بدین‌معنی که یک رابطه جایگزینی بین رشد گیاه و تولید متابولیت‌های ثانویه وجود دارد و در شرایط نامساعد محیطی میزان رشد کاهش ولی میزان متابولیت‌های ثانویه افزایش می‌یابند (۲۸). زمانی‌که شرایط محیطی نامناسب و دسترسی به عناصر ضروری همانند نیتروژن محدود باشد؛ رشد گیاه کاهش می‌یابد و بنابراین، تولید متابولیت‌های ثانویه افزایش می‌یابد.

نیتروژن، فسفر و پتاسیم: با توجه به نتایج تجزیه واریانس مشخص گردید که منابع کودی مختلف، علف‌های‌هرز و برهمکنش بین منابع کودی و علف‌های‌هرز دارای تأثیر معنی‌داری بر غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه رزماری داشت (جدول ٤). بر اساس نتایج، حداکثر و حداقل میزان نیتروژن جذب‌شده به‌ترتیب مربوط به تیمارهای ورمی‌کمپوست با وجین (۱/٦٥ درصد) و شاهد بدون وجین (۱/۰۱ درصد) گزارش شده است. البته بین دو تیمار ورمی‌کمپوست با وجین و نانوکود با وجین تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری مشاهده نگردید (جدول ۵). افزایش غلظت نیتروژن در گیاه را می‌توان به‌دلیل وجود مقادیر زیادی عناصر غذایی در ورمی‌کمپوست نسبت داد. در مطالعه‌ای که روی بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) صورت گرفت گزارش شد که استفاده از ۱۰ تن ورمی‌کمپوست به‌همراه باکتری‌های ریزوسفری افزاینده رشد گیاه، بیش‌ترین غلظت نیتروژن در گیاه را به‌همراه داشت (۵۵).

جدول ٤- تجزیه واریانس اثر منابع کودی مختلف بر صفات زیست- شیمیایی و عناصر پرمصرف رزماری در رقابت با علف‌های هرز.

Table 4. Analysis of variance of different fertilizer sources effects biochemical traits and macro nutrient elements of rosemary in competition with weeds.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی Df	فنل کل Total phenol	فلاونوئید کل Total Flavonoid	فعالیت آنتی‌اکسیدانی Antioxidant activity	نیتروژن N	فسفر P	پتاسیم K	وزن تر اندام هوایی Shoot fresh weight	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight
بلوک Block	2	1.51	2.29	11.02	0.0004	0.00006	0.015	1322.983	1503.8744
علف‌های‌هرز (A) Weeds (A)	1	930.25**	359.41**	441**	0.73**	0.291**	2.30**	3717692.794**	447103.9668**
خطای (a) Error (a)	2	2.90	1.05	1.58	5.79	0.000008	0.02	838.082^{ns}	1576.0717^{ns}
منابع کودی (B) Fertilizer sources (B)	5	623.44**	246.50**	1351.04**	55.89**	0.218**	0.075**	220861.172**	26193.4192**
A×B	5	28.42*	20.69**	14.86**	3.47*	0.029**	0.024**	67978.034*	5887.8087*
خطا آزمایش Error		7.45	0.77	2.57	0.001	0.003	0.0042	18747.018	1666.2469
ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)		4.88	2.43	2.13	2.8	17.99	3.78	27.61	21.97

^{ns}، * و ** به‌ترتیب نشان‌دهنده غیرمعنی‌داری و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشد.

^{ns}, * and ** are non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

در بین تیمارهای آزمایشی، تیمار کود دامی با وجین (۱/۲۷ درصد) بیش‌ترین میزان فسفر را دارا بود که با تیمار ورمی‌کمپوست با وجین (۱/۲٦ درصد) از لحاظ آماری در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۵). همچنین کم‌ترین میزان فسفر مربوط به تیمار شاهد بدون وجین (۰/٦۰ درصد) بود که از لحاظ آماری با تیمار شاهد با وجین (۰/٦۷ درصد) تفاوت چندانی نداشت (جدول ۵).

مصرف کودهای آلی باعث افزایش جمعیت میکروبی خاک به‌ویژه در محیط ریشه شده که سبب افزایش حل‌شدن ترکیب‌های مختلف فسفر مانند فسفات‌های آهن، آلومینیم و کلسیم و معدنی‌شدن مواد آلی شده و فراهمی عناصر از جمله فسفر را افزایش می‌دهد (٤۲).

حرکت فسفر در خاک به شرایط زنده و غیرزنده خاک وابسته است و آنزیم‌هایی که در معدنی‌شدن فسفر نقش دارند ممکن است از ریزجانداران خاکزی، ریشه گیاهان و کودهای آلی به‌دست آید (٥٤). از این‌رو افزایش جذب فسفر توسط گیاه در این آزمایش را نیز می‌توان به‌دلیل کاهش تثبیت فسفر در خاک به‌دلیل وجود مواد آلی (ورمی‌کمپوست و کود دامی) و افزایش میزان فسفر در گیاه دانست. در پژوهش‌های مختلفی تأثیر ورمی‌کمپوست بر افزایش جذب فسفر مشاهده شده است. برای نمونه افزایش میزان فسفر موجود در دانه انیسون (*Pimpinella anisum* L.) را گزارش کردند (۳۲).

بیش‌ترین میزان پتاسیم در تیمار ورمی‌کمپوست با وجین (۱/۹۰ درصد) مشاهده شد که با تیمار دامی با وجین (۱/۸۷ درصد) تفاوت چندانی را از لحاظ آماری نشان نداد (جدول ۵). همچنین کم‌ترین میزان پتاسیم متعلق به تیمار شاهد بدون وجین (۱/۰٦ درصد) بود که با تیمارهای شیمیایی بدون وجین (۱/۱٦ درصد) و نانوکود بدون وجین (۱/۱۹ درصد) از لحاظ آماری در یک گروه قرار می‌گیرند (جدول ۵).

افزایش پتاسیم را می‌توان به بیش‌تر بودن غلظت پتاسیم در کود آلی مورد استفاده نسبت به خاک، افزایش فراهمی پتاسیم در خاک، کاهش اسیدیته خاک و افزایش حل‌پذیری کانی‌های پتاسیم‌دار، معدنی‌شدن مواد آلی و آزادسازی پتاسیم نسبت داد که با نتایج احمدی‌نژاد و همکاران (۲۰۱۳) در یک راستا است (۸). در طی آزمایشی روی گیاه دارویی رازیانه گزارش شد که کاربرد ورمی‌کمپوست در کشت این گیاه باعث افزایش جذب عناصر غذایی کم‌مصرف در این گیاه می‌شود (۲۰). همچنین در طی پژوهش دیگری روی گیاه دارویی شبدر قرمز (*Trifolium pratense* L.)، پژوهشگران بیان نمودند که به‌کارگیری فضولات کرم خاکی در پرورش این گیاه باعث بهبود وضعیت گلدهی و شاخص‌های رشدی این گیاه می‌شود که به‌دنبال افزایش غلظت عناصر غذایی اتفاق می‌افتد (۵۰). به‌طور مشابه طی آزمایشی که به بررسی اثر ورمی‌کمپوست بر میزان غلظت عناصر غذایی در یک گیاه علفی آفریقایی اختصاص داشت، مشخص شد که به‌کارگیری پنج تن در هکتار ورمی‌کمپوست، تأثیر به‌سزایی بر میزان جذب غلظت غذایی در گیاه تحت آزمایش دارد که با نتایج به‌دست آمده از این آزمایش مطابقت دارد (٤۹). به‌دلیل استفاده از منابع مشترک و رقابت بین گیاه و علف‌های هرز میزان عناصر غذایی جذب شده کاهش می‌یابد. در پژوهشی نتایج بیانگر آن بود که علف‌های‌هرز به‌طور متوسط تقریباً ۲ برابر نیتروژن، ۱/٦ برابر فسفر، ۳/۵ برابر پتاسیم، ۷/٦ برابر کلسیم و ۳/۳ برابر منیزیم بیش‌تر از گیاه زراعی نیاز داشتند (۲٦).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر منابع کودی مختلف بر صفات بیوشیمیایی و عناصر غذایی پرمصرف رزماری در رقابت با علف‌های هرز.

Table 5. Mean comparison of different fertilizer sources effects on biochemical traits and macronutrient elements of rosemary in competition with weeds.

پتاسیم (درصد) K (%)	فسفر (درصد) P (%)	نیتروژن (درصد) N (%)	فعالیت آنتی‌اکسیدانی (درصد) Antioxidant activity (%)	فلاونوئید (میلی‌گرم در گرم برگ خشک) Total Flavonoid (mg/g Dw)	فنل کل (میلی‌گرم در گرم برگ خشک) Total phenol (mg/g Dw)	تیمار Treatment: منابع کودی Fertilizer sources	علف‌های‌هرز Weeds
1.65^{b}	1.21^{ab}	1.42^{cd}	63.66^{e}	30.35^{g}	44.82^{f}	کود شیمیایی NPK Chemical NPK fertilizer	با وجین Weed free
1.87^{a}	1.27^{a}	1.54^{b}	81^{c}	38.68^{d}	60.78^{cd}	کود گوسفندی Sheep fertilizer	
1.90^{a}	1.26^{a}	1.65^{a}	88.66^{ab}	40.57b^{c}	59.90^{d}	ورمی‌کمپوست Vermicompost	
1.65^{b}	1.02^{de}	1.46^{c}	73^{d}	32.57^{f}	50.65^{e}	کود گوسفندی × ورمی‌کمپوست Sheep fertilizer × Vermicompost	
1.64^{b}	1.13^{bc}	1.59^{ab}	88.33^{c}	36.18^{e}	52.98^{e}	نانوکود Nano fertilizer	
1.44^{c}	0.67^{h}	1.38^{de}	43^{g}	20.01^{h}	35.40^{g}	شاهد Control	
1.16^{de}	0.85^{g}	1.16^{h}	66.71^{d}	41.40^{b}	59.60^{d}	کود شیمیایی NPK Chemical NPK fertilizer	بدون وجین Weedy
1.21^{d}	1.11^{cd}	1.32^{ef}	86.66^{b}	46.43^{a}	70.85^{a}	کود گوسفندی Sheep fertilizer	
1.23^{d}	0.91^{fg}	1.36^{de}	91^{a}	41.48^{b}	66.60^{ab}	ورمی‌کمپوست Vermicompost	
1.25^{d}	0.98^{ef}	1.22^{hg}	80^{c}	38.60^{d}	64.96^{bc}	کود گوسفندی × ورمی‌کمپوست Sheep fertilizer × Vermicompost	
1.19^{de}	1.03^{de}	1.27f^{g}	87^{b}	39.51^{cd}	64.57^{bc}	نانوکود Nano fertilizer	
1.06^{e}	0.60^{h}	1.01^{i}	55^{f}	28.85^{g}	39.07^{g}	شاهد Control	

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means which follow the same letter are not statistically different at 5% probability level based on LSD test.

وزن تر و خشک رزماری: بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر ساده و متقابل تیمارهای آزمایش تأثیر معنی‌داری بر وزن تر و خشک اندام هوایی رزماری داشته است (جدول ٤). نتایج نشان می‌دهد که بیش‌ترین وزن تر (۱۱۳۲۱ کیلوگرم در هکتار) و خشک (٤۰۸۱ کیلوگرم در هکتار) رزماری مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست با وجین بود که از لحاظ آماری با تیمار نانوکود با وجین تفاوت آماری چندانی نداشته است (شکل ۱). افزودن مواد آلی به خاک نه تنها سبب فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک می‌شود، بلکه ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه، موجبات افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک و در نهایت بهبود عملکرد را فراهم می‌آورد (۵۱). افزایش شایان توجه وزن خشک بوته در گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) با کاربرد سطوح مختلف

www.SID.ir

Archive of SID

ورمی‌کمپوست به‌دست آمد (۹). در پژوهشی دیگر روی گیاه دارویی ریحان نیز گزارش شد که کاربرد کودهای آلی کمپوست و ورمی‌کمپوست باعث افزایش ارتفاع بوته و نیز عملکرد تر و خشک اندام‌های هوایی گیاه مورد مطالعه شد (۵۷).

علت کاهش شدید عملکرد در شرایط حضور علف‌های‌هرز را می‌توان به قدرت رقابتی بالای علف‌های‌هرز بر سر منابع غذایی با گیاه زراعی نسبت داد. در همین راستا داده‌های آزمایش محمود و همکاران (۲۰۰۰) نیز نشان داد که با افزایش طول دوره تداخل علف‌های‌هرز عملکرد و اجزای عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L.) کاهش یافت (۵۳). در بعضی از گیاهان، حضور علف‌های‌هرز در ابتدای فصل رشد باعث کاهش عملکرد گردید، در این زمینه در پژوهشی روی پنبه (*Gossypium herbaceum* L.) مشاهده شد که به‌دلیل کند بودن رشد اندام‌های هوایی پنبه در ابتدای فصل رشد، قابلیت رقابت پنبه با علف‌های‌هرز در این دوره کم بوده، بنابراین حضور علف‌های‌هرز در اوایل فصل رشد موجب کاهش بیش‌تر عملکرد پنبه شد (۵۲). در پژوهشی دیگر پژوهشگران بیان نمودند که افزایش عملکرد سویا (*Glycine max* (L.) Merr.) همراه با افزایش طول دوره عاری از علف‌هرز به‌دلیل کاهش وزن خشک علف‌های‌هرز بوده است و بنابراین کاهش عملکرد رزماری با افزایش طول دوره تداخل علف‌های‌هرز را می‌توان به حضور علف‌های‌هرز مرتبط دانست (٦۰).

در آزمایشی سه‌ساله، مشخص شد که بیش‌ترین عملکرد کنجد در تیمار وجین دستی + وجین با کج‌بیل در ۲۰ و ۳۰ روز پس از کاشت با میانگین ۱۲۳۹ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد و تیمار بدون وجین با میانگین ٤٤۰ کیلوگرم کم‌ترین عملکرد را داشت (٤۲).

زیست‌توده علف‌های‌هرز: تیمار کودی تأثیر معنی‌داری بر مجموع زیست‌توده علف‌های‌هرز، در سه مرحله نمونه‌برداری داشته است (داده‌ها نمایش داده نشدند). در هر سه مرحله نمونه‌برداری، بیش‌ترین و کم‌ترین زیست‌توده علف‌های‌هرز به‌ترتیب مربوط به تیمار شیمیایی و شاهد بوده است (جدول ٦). لازم به ذکر است که در مرحله سوم نمونه‌برداری کاهش محسوس زیست‌توده علف‌های‌هرز مشاهده شد که این روند در تمامی تیمارهای کودی رویت شد. عزیزی و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهش خود تأثیرگذاری منابع غذایی بر زیست‌توده علف‌هرز را گزارش دادند؛ به‌طوری‌که مقدار زیست‌توده تولیدی علف‌های‌هرز در شرایط کاربرد کود شیمیایی بیش‌تر از کود آلی بود، که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت (۱۰). گزارش شده بسته به گونه و تراکم علف‌هرز، افزایش فراهمی نیتروژن توانایی رقابتی علف‌های‌هرز را بیش از گیاه زراعی افزایش داده اما بدون تأثیر یا تأثیر افزایشی اندکی بر عملکرد گیاه زراعی داشت (۲۲). هم‌چنین در مطالعاتی مشخص شد که افزایش فراهمی نیتروژن تراکم علف‌هرز خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) را در محیط افزایش داد که نتیجه آن کاهش عملکرد دانه گندم (*Triticum aestivum* L.) بود. در حقیقت رقابت خردل وحشی باعث کاهش میزان تأثیرگذاری کود نیتروژن بر افزایش عملکرد دانه گندم شد، اما در مقابل رشد بخش‌های هوایی و ریشه علف‌هرز خردل وحشی با فراهمی نیتروژن افزایش یافت (۱۲). همچنین افزایش کاربرد کود نیتروژن (۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) باعث افزایش وزن خشک خردل وحشی تا ۱۰ درصد شد (۲۱).

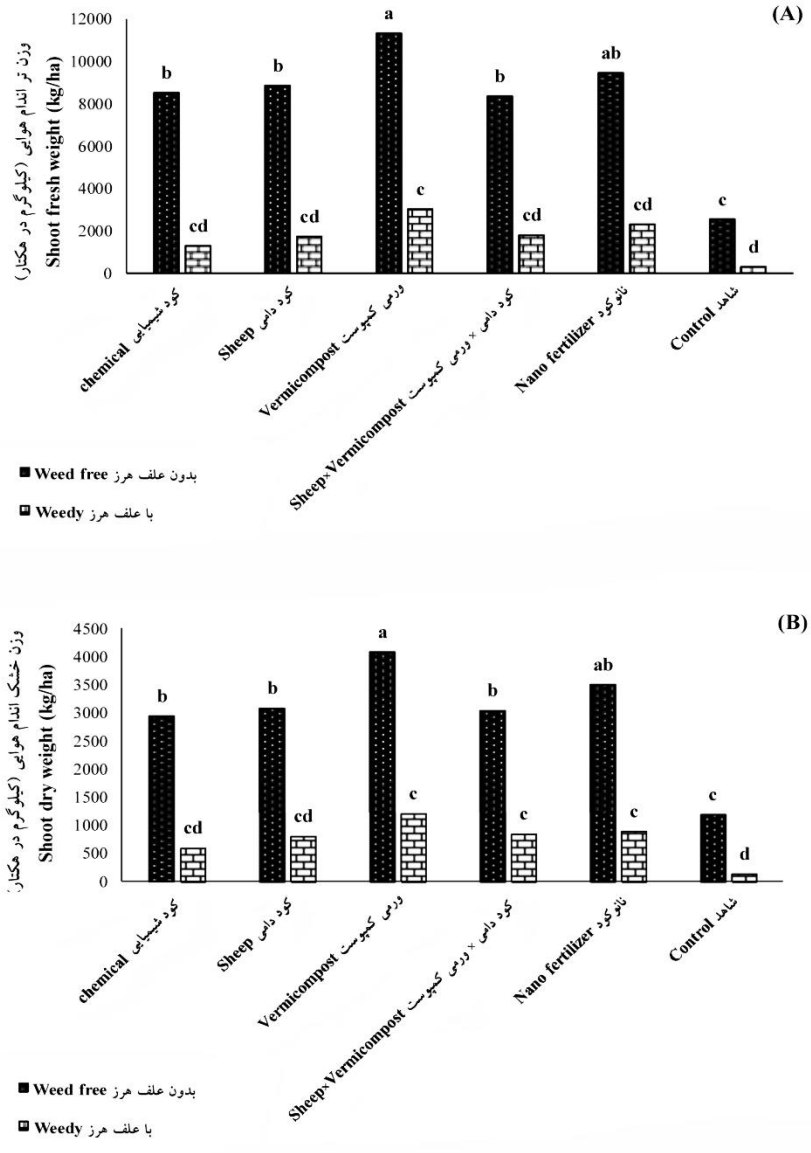
ماجر و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که کاربرد نیتروژن موجب افزایش درصد پوشش علف‌های‌هرز

www.SID.ir

Archive of SID

گردید. کاربرد کودهای شیمیایی به‌تنهایی موجب هجوم گونه‌های خاصی از علف‌های‌هرز که با شرایط محیطی ایجاد شده سازگاری دارند؛ می‌شود و مدیریت کاربرد کودهای شیمیایی می‌تواند مانع غالب‌شدن علف‌های‌هرز گردد (۳۹). مطالعات بلک‌شو و همکاران (۲۰۰۳) نیز این موضوع را تأیید می‌نماید (۱۳).

در نهایت می‌توان این‌گونه بیان نمود که واکنش علف‌های‌هرز مختلف در مقابل یک منبع غذایی و نیز واکنش یک علف‌هرز در مقابل منابع غذایی مختلف می‌تواند متفاوت باشد و باید با شناخت دقیق روابط بین گیاه زراعی، علف‌هرز و منبع غذایی شرایط را برای بهره‌برداری مناسب‌تر گیاه زراعی از منبع غذایی فراهم نمود.



شکل ۱- اثر متقابل منابع کودی و رقابت علف هرز بر (A): وزن تر اندام هوایی رزماری (کیلوگرم در هکتار) و (B): وزن خشک اندام هوایی رزماری (کیلوگرم در هکتار).

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

Figure 1. The interaction effect of fertilizer sources and competition with weeds on (A): Shoot fresh weight (kg ha^{-1}) and (B): Shoot dry weight of rosemary (kg ha^{-1}).

Means which follow the same letter are not statistically different at 5% probability level based on LSD test.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر منابع کودی مختلف بر مجموع وزن خشک علف‌های‌هرز طی سه مرحله نمونه‌برداری.

Table 6. Mean comparison of different fertilizer sources effects on total weeds dry weight in three stage of sampling.

تیمار Treatment	مجموع وزن خشک علف‌های‌هرز (گرم در مترمربع) Total weeds dry weigh (g m^{-2})		
	مرحله ۱ Stage 1	مرحله ۲ Stage 2	مرحله ۳ Stage 3
کود شیمیایی NPK Chemical NPK fertilizer	129.853[a]	186.28[a]	99.147[a]
کود گوسفندی Sheep fertilizer	95.427[b]	133.653[b]	77.833[b]
ورمی‌کمپوست Vermicompost	55.799[d]	78.213[d]	43.587[e]
کود گوسفندی × ورمی‌کمپوست Sheep fertilizer × Vermicompost	83.413[bc]	98.64[c]	66.533[c]
نانوکود Nano fertilizer	77.84[c]	90.453[cd]	55.016[d]
شاهد Control	17.016[e]	30.093[e]	11.453[f]

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means which follow the same letter are not statistically different at 5% probability level based on LSD test.

نتیجه‌گیری کلی

آن‌چه در تولید گیاهان دارویی مدنظر است، افزایش کمیت و کیفیت، به‌صورت عاری از باقی‌مانده سموم و کودهای شیمیایی است. به‌نظر می‌رسد با استفاده از کودهای آلی می‌توان بسیاری از خصوصیات زیست- شیمیایی و همچنین عملکرد را در گیاه دارویی رزماری بهبود بخشید. بنابراین جایگزین نمودن بخشی از کود شیمیایی با کود آلی در راستای کشت و اهلی نمودن این گیاه علاوه‌بر ارتقاء صفات کمی و کیفی آن موجب کاهش مصرف کود شیمیایی به‌عنوان یکی از نهاده‌های پرهزینه و همچنین استفاده بهینه از کودهای آلی در راستای اهداف کشاورزی پایدار به‌عنوان یکی از منابع کودی در دسترس خواهد شد. با توجه به نتایج این پژوهش مبنی بر کاهش وزن خشک علف‌های‌هرز در تیمار کود آلی، می‌توان این‌گونه بیان داشت که مصرف کودهای آلی ضمن تأثیر مثبت بر خصوصیات کمی و کیفی گیاهان دارویی، می‌تواند خسارت علف‌های‌هرز را تا حدودی کم‌تر گرداند که در نتیجه نیاز به مصرف علف‌کش‌ها نیز کاهش می‌یابد.

منابع

1. Ashnavar, M., Bahmanyar, M.A. and Akbarpour, V. 2016. Effect of manure and chemical fertilizer on physiological and phytochemical properties of (*Echinacea Purpurea* L.). J. Crops Improv. 18: 3. 701-711.
2. Adediran, J.A., Taiwo, L.B., Akande, M.O., Sobulo, R.A. and Idowu, O.J. 2004. Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. J. Plant Nutri. 27: 7. 1163-1181.

www.SID.ir

Archive of SID

3.Ayyobi, H., Peyvast, G.A. and Olfati, J.A. 2013. Effect of vermicompost and vermicompost extract on oil yield and quality of peppermint (*Mentha piperita* L.). J. Agric. Sci. 58: 1. 51-60.
4.Ahmad Abadi, Z., Ghajar Sepanlou, M. and Rahimi Alashti, S. 2012. Effect of vermicompost on physical and chemical properties of soil. Iran. J. Water. Soil Sci. 15: 58. 125-137. (In Persian)
5.Aminifard, M.H., Aroiee, H., Azizi, M., Nemati, H. and Jaafar Hawa, Z.E. 2012. The influence of compost on antioxidant activities and quality of hot pepper (*Capsicum annum* L.). 1st National Congress on Medicinal Plants. Kish Island. Iran. 50p. (In Persian)
6.Alizadeh, A., Khoshkhui, M., Javidnia, K., Firuzi, O.R., Tafazoli, E. and Khalighi, A. 2010. Effects of fertilizer on yield, essential oil composition, total phenolic content and antioxidant activity in *Satureja hortensis* L. (Lamiaceae) cultivated in Iran. J. Med. Plant. Res. 4: 1. 33-40. (In Persian)
7.Atiyeh, R.M., Arancon, N.Q., Edwards, C.A. and Metzger, J.D. 2000. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. Biores. Technol. 75: 175-180.
8.Ahmadinejad, R., Najafi, N.A., Aliasgharzad, N. and Oustan, Sh. 2013. Effects of organic and nitrogen fertilizers on water use efficiency, yield and the growth characteristics of wheat (*Triticum aestivum* cv. Alvand). Iran. J. Water. Soil Sci. 23: 2. 177-194. (In Persian)
9.Azizi, M., Rezwanee, F., Hassanzadeh Khayat, M., Lackzian, A. and Neamati, H. 2008. The effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological properties and essential oil content of German chamomile (*Matricaria recutita*) C.V. Goral. Iran. J. Med. Arom. Plant. 24: 1. 82-93. (In Persian)
10.Azizi, M., Baghani, M., Lackzian, A. and Aroiee, H. 2007. Effect of different level of vermicompost and vermivash sprying on morphological traits and essential oils content of *Ocimum basilicum*. Iran. J. Agri. Sci. Technol. 21: 2. 41-52. (In Persian)
11.Burits, M. and Bucar, F. 2000. Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. Phytother Res. 14: 5. 323-328.
12.Behdarvand, P., Chinchanikar, G. and Dhumal, K. 2012. Influences of different nitrogen levels on competition between spring wheat (*Triticum aestivum* L.) and wild mustard (*Sinapis arvensis* L.). J. Agric. Sci. 4: 12. 134-139.
13.Blackshaw, R.E., Brandt, R.N., Janzen, H.H., Entz, T., Grant, C.A. and Derksen, D.A. 2003. Differential response of weed species to added nitrogen. Weed Sci. 51: 532-539.
14.Calkins, J.B. and Swanson, B. 1995. Comparison of conventional and alternative nursery weed management strategies. Weed Technol. 9: 4. 761-767.
15.Chapamam, H.D. and Pratt, P.E. 1961. Method of analysis for soil, plant and water. Soil Sci. 93: 1. 66.
16.Chatterjee, S.K. 2002. Cultivation of medicinal and aromatic plants in india a commercial approach. Proceedings of an International Conference on MAP. Acta Horti (ISHS). 576: 191-202.
17.Chang, C., Yang, M., Wen, H. and Chern, J. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. J. Food Drug Anal. 10: 178-182.
18.Chaturvedi, R.K. and Sankar, K. 2006. Laboratory manual for the physico-chemical analysis of soil, water and plant. Wildlife Institute of India, Dehradun, 111p.
19.Celiktas, O.Y., Kokabas, E.E.H., Bedir, E., Sukan, F.V., Ozek, T. and Baser, K.H.C. 2007. Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of (*Rosmarinus officinalis* L.), depending on location and seasonal variation. Food Chem. 100: 553-559.
20.Darzi, M., Ghalavand, A. and Rejali, F. 2008. Effect of mycorrhiza, vermicompost and phpsphate biofertilizer application on flowering, biological yield and root colonization in fenel (*Feoniculum vulgare*). Iran. J. Crop Sci. 10: 1. 88-109. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

21. Dhimia, K. and Eleftherohorinos, I. 2005. Wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) competition with three winter cereals as affected by nitrogen supply. J. Agron. Crop Sci. 191: 241-248.
22. Davis, A. and Liebman, M. 2001. Nitrogen source influences wild mustard growth and competitive effect on sweet corn. Weed Sci. 49: 558-566.
23. Fathi, A., Tahmasebi, A. and Teimoori, N. 2016. Effect of sowing date and weed interference on chickpea seed quantitative and traits in genotypes under dryland conditions. Iran. J. Dryland Agric. 5: 2. 135-156. (In Persian)
24. Ghasemzadeh, A. and Jaafar, H.Z.E. 2011. Effect of CO_2 enrichment on synthesis of some primary and secondary metabolites in ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). Inter. J. Molecular Sci. 12: 2. 1101-1114.
25. Ghost, B.C. and Bhat, R. 1998. Environmental hazards of nitrogen loading in wetland rice fields. Environ. Pollution. 102: 1. 123-126.
26. Ghadiri, H. 2003. Knowledge of weed basics and methods (translation). Shiraz University, 532p. (In Persian)
27. Haghanian, S., Yadavi, A., Balouchi, H.R. and Moradi, A. 2016. Grain, oil yield and nitrogen use efficiency in different varieties of sesame (*Sesamum indicum* L.) under nitrogen fertilizer and weed competition. J. Agric. Sci. Sustain. Pro. 26: 1. 67-81. (In Persian)
28. Herms, D.A. and Mattson, W.J. 1992. The dilemma of plants to grow or defend. The Quarterly Rev. Bio. 67: 283-335.
29. Harbone, J.B. and Dey, P.M. 1997. Plant Biochemistry. Academic Press, New York.
30. Jongschaap, R.E.E. and Booij, R. 2004. Spectral measurements at different spatial scales in potato: relating leaf. Plant and canopy nitrogen status. Inter. J. Appl. Earth Obser. Geoinform. 5: 205-218.
31. Javanmardi, J., Stushnoff, C., Locke, E. and Vivanco, J.M. 2003. Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum accessions*. Food Chem. 83: 4. 547-550. (In Persian)
32. Khalesro, Sh., Ghalavand, A., Sefidkon, F. and Asgharzadeh, A. 2012. The effect of biological and organic inputs on quantity and quality of essential oil and some elements content of anise (*Pimpinella anisum* L.). Iran. J. Med. Arom. Plant. 27: 4. 551-560. (In Persian)
33. Korres, N.E. and Fourd-williams, R.J. 2002. Effects of winter wheat cultivars and seed rate on the biological characteristics of naturally occurring weed flora. Weed Res. 42: 6. 417-428.
34. Koocheki, A., Tabrizi, L. and Ghorbani, R. 2008. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop (*Hyssopus officinalis* L.). Iran. J. Field Crops Res. 6: 1. 127-137. (In Persian)
35. Khalil, M.Y., Moustafa, A.A. and Naguib, N.Y. 2007. Growth, phenolic compounds an antioxidant activity of some medicinal plants grown under organic farming condition. World. J. Agri. Sci. 3: 4. 451-457.
36. Marschner, H. 1987. Mineral nutrition of higher plants. J. Plant Nutri. Soil Sci. 150: 5. 358-359.
37. Murty, M.G. and Ladha, J.K. 1988. Influence of (*Azospirillum)* inoculation on the mineral uptake and growth of rice under hydroponic conditions. Plant. Soil. 108: 2. 281-285.
38. Mudau, F.N. 2007. Effects of nitrogen, phosphorus, and potassium nutrition on total polyphenol content of bush tea (*Athrixia phylicoides* L.) leaves in shaded nursery environment. Hort. Sci. 42: 2. 334-338.
39. Major, J., Steiner, C., Ditommaso, A., Falcao, N. and Lehmann, J. 2005. Weed composition and cover after three years of soil fertility management in the central Brazilian Amazon: compost, fertilizer, manure and charcoal applications. Weed Bio. Manage. 5: 69-76.
40. Moaveni, P. 2010. Medicinal plants. First volume, Islamic Azad University, Ghods, Islamic Republic of Iran. Pp: 87-78. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

41. Montanari, M., Innocenti, E.D., Maggini, R., Pacifici, S., Pardossi, A. and Guidi, L. 2008. Effect of nitrate fertilization and saline stress on the contents of active constituents of *Echinacea angustifolia* DC. Food Chem. 107: 1461-1466.
42. Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. New York. 890p.
43. Narkhede, S.D., Attarde, S.B. and Ingle, S.T. 2011. Study on the effect of chemical fertilizer and vermicompost on growth of chilli pepper plant (*Capsicum annum*). J. Appl. Sci. Environ. Sanit. 6: 3. 327-332.
44. Naguib, A.M., El-Baz, F.K., Salama, Z.A., Hanaa, A.B., Hanaa, F.A. and Gaafar, A.A. 2012. Enhancement of phenolics, flavonoids and glucosinolates of broccoli (*Brassica olaracea* var. Italica) as antioxidants in response to organic and bio-organic fertilizers. J. Saudi Soc. Agric. Sci. 11: 1. 135-142.
45. Ohashi, Y., Saneoka, H. and Fujita, K. 2012. Effect of water stress on growth, photosynthesis, and photoassimilate translocation in soybean and tropical pasture legume siratro. Soil Sci. Plant Nutr. 46: 2. 417-425.
46. Ordoñez, A.A.L., Gomez, J.D., Vattuone M.A. and Isla, M.I. 2006. Antioxidant activities of *Sechium edule* (Jacq.) Swart extracts. Food Chem. 97: 452-458.
47. Porra, R.J. 2002. The chequered history of the development and use of simultaneous equations for the accurate determination of chlorophylls a and b. Photosynth Res. 73: 1-3. 149-156.
48. Peterson, D.M., Emmons, C.L. and Hibbs, A. 2001. Phenolic antioxidant activity in pearling fractions of oat groats. Cereal Sci. 33: 1. 97-103.
49. Ridvan, K. 2004. Cu and Zn accumulation in earth worm *Lumbricus terrestrist* in sewag sludge amended soil and fraction of Cu and Zn casts and surrounding. J. Soil Sci. 22: 141-145.
50. Sains, J., Tboada-Castro, M.T. and Vilarino, A. 1998. Growth, mineral nutrition and mycorrhizal colonization of red clover and cucumber plant grows in a soil amended with vermicompost and composted urban wastes. J. Plant. Soil. 205: 85-92.
51. Sajadinik, R. and Yadavi, A.R. 2013. Effect of nitrogen fertilizer, vermicompost and nitroxin on growth indices, phenological stages and grain yield of sesame. Iran. J. Crop Prod. 6: 2. 73-100. (In Persian)
52. Salimi, H., Attari, A.R. and Rahimian Mashhadi, H. 2006. Determination of critical period of weed control in cotton fields (*Gossypium herbaceum*). Iran. J. Entom. Phytopath. 74: 1. 47-64. (In Persian)
53. Sousa, C., Pereira, D.M., Pereira, J.A., Bento, A., Rodrigues, M.A., Dopico Garcıa, S., Valenta, O.P., Lopes, G., Ferreres Federico Seabra, R.M. and Andrade, P.B. 2008. Multivariate analysis of tronchuda cabbage (*Brassica oleracea* L. var. costata DC) phenolics: influence of fertilizers. J. Agric. Food Chem. 56: 2. 2231-2239.
54. Saha, S., Gopinath, K.A., Kundu, S. and Gupta, H.S. 2007. Comparative efficiency of three organic manure at varying rate of its application to baby corn. Archive. Agron. Soil Sci. 53: 5. 507-517.
55. Salehi, A., Ghalavand, A., Sefidkon, F. and Asgharzadeh, A. 2011. The effect of zeolite, PGPR and vermicompost application on N, P, K concentration, essential oil content and yield in organic cultivation of German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iran. J. Med. Arom Plant. 27: 2. 188-201. (In Persian)
56. Saikia, L.R. and Upadhyaya, S. 2011. Antioxidant activity, phenol and flavonoid content of (*Asparagus racemosus* Willd). a medicinal plant grown using different organic manures. Res. J. Pharmaceutical. Biol. Chem. Sci. 2: 457-463.
57. Tahami, S.M.K., Rezvani Moghaddam, P. and Jahan, M. 2010. Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of basil (*Ocimum basilicum* L.). Iran. J. Agroecol. 2: 1. 63-74. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

58. Torres, J.L.R., De Faria, M.V., Lana, R.M.Q., Prudente, T. and Vasconcelos, A.C. 2015. Corn agronomic evaluation under different doses of nitrogen and seed inoculation in savanna. Afr. J. Agric. Res. 10: 2568-2575.
59. Upadhyaya, S., Mahanta, J.J. and Saikia, L.R. 2011. Antioxidant activity, phenol and flavonoid content of a medicinal herb *Andrographis paniculata* (Burm. F.) Nees grown using different organic manures. J. Pharm. Res. 4: 3. 614-616.
60. Van Acker, R.C., Swanton, C.J. and Weise, S.F. 1993. The critical period of weed control in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). Weed Sci. 41: 194-200.
61. Winyard, P.G., Moody, C.J. and Jacob, C. 2005. Oxidative activation of antioxidant defense. Trends Biochem Sci. 30: 8. 453-461.
62. Westerman, R.E.L. 1990. Soil Testing and Plant Analysis. Soil Sci. Soc. America. 784p.
63. Zarghani, H., Nezami, A., Khajeh-Hosseini, M. and Izadi, E. 2012. The effect of weeding time on yield and yield components of sesame (*sesamum indicum* L.). Iran. J. Field Crop. Res. 10: 4. 690-698. (In Persian)
64. Zheng, Y., Dixon, M. and Saxena, P.K. 2006. Growing environment and nutrient availability affect the content of some phenolic compounds in *Echinacea purpurea* and *Echinacea angustifolia*. Planta Medica. 72: 1407-1414.

www.SID.ir