Archive of SID

در
زراعت و باغبانی شماره ۸۰، پاییز ۱۳۸۷
پژوهش و سازندگی

نقش کرم‌خاکی و قارچ میکوریزا بر عملکرد علوفه شبدر برسیم

• **امیر قلاوند**
دانشیار گروه زراعت دانشگاه تربیت مدرس
• **محمد جواد زارع**
دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی دانشگاه تربیت مدرس تهران
• **ابراهیم محمدی گل تپه**
دانشیار قارچ‌شناسی دانشگاه تربیت مدرس
• **فرهاد رجالی**
استادیار تحقیقات موسسه تحقیقات آب و خاک ایران
• **محمد زمانیان**
عضو هیات علمی موسسه تحقیقات وتهیه و اصلاح نهال و بذر کرج، بخش گیاهان علوفه‌ای
• **حسین میرزائی ندوشن**
موسسه تحقیقات وتهیه و اصلاح نهال و بذر کرج
تاریخ دریافت: آذرماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: آذر ماه ۱۳۸۶
Email: ghalavand_a@yahoo.com

چکیده

طی پژوهشی در مزارع موسسه تحقیقات تهیه و اصلاح نهال و بذر کرج در سال ۱۳۸۵، اثرات کرم‌خاکی و قارچ میکوریزا، به تنهایی و یا با ترکیب با هم به صورت تلقیح با خاک و نیز تلقیح با بذر تحت طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار بر میزان عملکرد علوفه و همزیستی میکوریزایی شبدر برسیم طی چین‌های مختلف بررسی شد. میکوریزا بر عملکرد چین اول شبدر برسیم اثر نداشت، اما بر عملکرد علوفه خشک چین‌های دوم تا چهارم موثر بود. فعالیت کرم‌های‌خاکی سبب افزایش میزان همزیستی و بهبود رشد و عملکرد شبدربرسیم گردید به طوری که عملکرد این محصول با به کارگیری تیمار کرم‌خاکی + قارچ میکوریزا در چین دوم به نحو چشمگیری افزایش یافت. به کارگیری قارچ میکوریزایی به صورت تلقیح با بذر در استقرار همزیستی و افزایش عملکرد این محصول موثرتر است.

کلمات کلیدی: شبدر برسیم، کرم خاکی، قارچ میکوریزا آربوسکولار، عملکرد علوفه

www.SID.ir

Archive of SID

Pajouhesh & Sazandegi No 80 pp: 40-45

Role of arbescular mycorrhiza fungi – earthworm on forage yield of berseem clover

By: A. Ghalavand, Department of Agriculture, Tarbiat Modares University, M. J. Zarea, Department of Agronomy, Tarbiat Modares University, E. Mohamadi Gol Tapeh, Tarbiat Modares University, F. Rajali, Soil and Water Resaerch Institute, M. Zamaniyan, The Seed and Plant Improvement Institute, Karaj and H. Mirzai Nadoshan, The Seed and Plant Improvement Institute, Karaj.

A field study was conducted to determine if earthworm activity and mycorrhiza seperetely and in combination, would affect the growth rate of berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.). The experiment conducted with four replicates under a randomized block design at the Seed and Plant Improvement Institute, Karaj in May 2006. Forage yield of all harvesting except first cutting affected by Earthworm activity and mycorrhiza. Increasing berseem forage yield by earthworm activity caused through of enhancement of mycorrhoza infection rate. Phonological stages of berseem clover weren't influenced by both mycorrhiza and earthworm activity.

Keywords: Berseem clover, Arbuscular mycorrhiza, Earthworm.

مقدمه

شبدر برسیم (*Trifolium alexandrinum* L.) جزو لگوم‌های علوفه‌ای مناطق نیمه خشک مدیترانه است که به صورت خالص یا مخلوط جهت تولید علوفه کشت می‌گردد و به خاطر اتکا بسیار کم به نهاده‌های ورودی، به عنوان منبع استراتژیک کشاورزی پایدار محسوب می‌گردد (۸، ۱۸). این گیاه با توانایی ایجاد تنوع در تناوب با سایر محصولات، شکستن تک‌کشتی‌ها و تولید نیتروژن دارای اثرات بسیار مفیدی بر عملکرد محصول بعد از خود است (۲۴، ۲۸).

اثرات مفید فعالیت کرم‌خاکی بر رشد گیاهان به خصوص گیاهان مرتعی (۹، ۲۷) و در سیستم‌های تولید گیاهان زراعی (۹، ۱۰) مورد تایید عمومی است. ۷۵ درصد مقالات منتشر شده نشان دهنده افزایش معنی‌دار عملکرد بیوماس گیاهی در حضور کرم‌های‌خاکی است (۲۵). از اثرات کرم‌خاکی بهبود ساختمان خاک (۲۶)، افزایش خلل و فرج خاک (۵)، افزایش رشد فلور و فون خاک(۷) و بهبود شرایط شیمیایی و فیزیکی خاک (۴، ۱۷) است.

میکوریزا با ایجاد همزیستی با ریشه ۹۰٪ گیاهان خشکی (۱۳) قادر به انتقال عناصر غذایی به داخل گیاه است (۶، ۲۰، ۲۲). این فرایند تحت تاثیر فعالیت کرم‌های‌خاکی قرار می‌گیرد (۲۹). کرم‌خاکی ممکن است اسپور قارچ میکوریزا را مورد تغذیه قرار دهد، سبب انتقال و تجمع این اسپورها در نزدیکی ریشه گیاه شود (۱۴، ۲۹) و یا اینکه به عنوان یک منبع غذایی آنها را مصرف نماید (۱۲)، هرچند جزو غذای مطلوب آنها محسوب نمی‌شوند (۱۹). عوامل دیگری نظیر میزان کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها نیز شکل‌گیری قارچ میکوریزا را متاثر می‌سازند (۱، ۳، ۱۶، ۲۱). اکثر تحقیقات انجام گرفته جهت بررسی اثرات کرم‌خاکی و میکوریزا بر گیاهان تحت شرایط کنترل شده محیطی بوده که قابل تعمیم به شرایط طبیعی مزرعه نیست (۵). بنابراین تحقیق در این زمینه تحت شرایط واقعی و بر گیاهانی که چندین بار برداشت می‌شوند می‌تواند به شناخت و به کارگیری بهتر میکوریزا و کرم‌خاکی کمک نماید. هدف از انجام این آزمایش بررسی اثرات قارچ میکوریزا آربسکولار و کرم‌خاکی بر عملکرد شبدر برسیم بوده است، با این منظور که بتوان از نتایج این تحقیق برای بالا بردن عملکرد این محصول استراتژیک استفاده کرد.

مواد و روش ها

آزمایش در بهار سال ۱۳۸۵ در موسسه تحقیقات تهیه و اصلاح نهال و بذر کرج انجام گرفت. بذر شبدر برسیم به عنوان محصول بهاره به صورت دست کاشت در ۱۸ پلات هر کدام به مساحت ۱۸ مترمربع در ۳ تکرار و تحت طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی کشت گردید. تیمارهای آزمایشی شامل شاهد (بدون کود) (Control)، کرم‌خاکی (EW)، میکوریزا به صورت تلقیح با خاک (M_{Soil}) و تلقیح با بذر (M_{Seed})، کرم‌خاکی + میکوریزا تلقیح با خاک ($M_{Seed}E_W$) و کرم‌خاکی + میکوریزا تلقیح با بذر ($M_{Soil}E_W$) بود. کرم‌خاکی مورد استفاده از منطقه کرج و جزو کرم‌های اندوژئیک (Endogeic) بودند. به منظور رهاسازی کرم‌های‌خاکی، پلات‌ها به وسیله ورقه‌های آلومنیومی به ارتفاع ۵۰ سانتیمتر که در عمق زمین کار گذاشته شده بود از سایر پلات‌ها جدا گردیدند. ۲۰ عدد کرم‌خاکی در مترمربع با وزن و طول مشابه در همه پلات‌ها بجز پلات شاهد رها شدند. رهاسازی پس از چین اول که علوفه به صورت کود سبز در پلات‌ها باقی ماند انجام شد، به این دلیل که قبل از آن خاک حاوی موادآلی ناکافی است و نیز کود شیمیایی هنوز در خاک موجود است. از قارچ گلوموس موسی (Glomus mosseae Nicolson & Gerd) به صورت مخلوطی از اسپور، هیف و قطعات جدا شده ریشه‌های آلوده (تهیه شده توسط موسسه تحقیقات کشاورزی و بیوتکنولوژی) همراه با ماده حجم دهنده (Carrier)، به عنوان اینوکولوم برای تلقیح بذر و خاک استفاده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

۳ گرم بذر در هر متر خط کشت استفاده شد. در روش تلقیح قارچ میکوریزا با بذر، ابتدا بذرها به طور کامل با محلول آب شکر آغشته و سپس سطح آنها به صورت کامل (۳۰ گرم برای هر ۳ گرم بذر) با اینکولوم پوشیده گردید. در تلقیح با خاک نیز میزان ۳۰ گرم اینوکلوم به عمق ۲ و فاصله ۵ سانتیمتر ازخط کشت با خاک آغشته گردید. برای تعیین میزان درصد همزیستی میکوریزا، قبل از هر کدام از چین‌های اول و دوم، ۵ بوته به صورت تصادفی از هر پلات انتخاب شد. روش رنگ آمیزی مطابق با روش Philips و Hayman (۲۳) و میزان همزیستی میکوریزا به وسیله میکروسکوپ طبق روش Giovanetti و Mosse (۱۵) انجام گرفت. در هر چین به منظور تعیین عملکرد علوفه، در مرحله ۲۵٪ گلدهی، نمونه‌برداری‌ها از ۲ مترمربع وسط هر پلات انجام گرفت. سپس نمونه‌ها خشک و میزان عملکرد بر اساس ماده خشک تولیدی بر مترمربع محاسبه گردید. تجزیه آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS ۸,۱ و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

نتیجه گیری و بحث

بین تیمارها از نظر درصد همزیستی میکوریزا و عملکرد علوفه خشک تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱).

میزان همزیستی میکوریزایی ریشه طی چین اول کمتر از چین دوم بود و روش به کارگیری آن به صورت تلقیح با خاک و یا بذر تاثیری بر میزان درصد همزیستی نداشت (جدول ۳). در چین دوم درصد همزیستی ریشه و قارچ میکوریزا با افزودن کرم‌خاکی، به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد (جدول ۳). بیشترین میزان درصد همزیستی ریشه از تیمار کرم‌خاکی - میکوریزا به صورت تلقیح با بذر ($M_{Seed}E_W$) و کمترین میزان مربوط به تیمار شاهد (Control) بود (جدول ۳). درصد پایین همزیستی میکوریزا طی اولین چین می‌تواند به خاطر کافی بودن عناصر غذایی (بقایای کود شیمیایی مربوط به محصول قبلی) (جدول ۲) باشد چنانچه نتایج سایر بررسی‌ها نیز نشان دهنده آن است که بقایای کود (۳، ۱۶) به خصوص فسفر (۳ ، ۱۱) و نیتروژن (۱) سبب کاهش میزان همزیستی قارچ میکوریزا با گیاه می‌گردد ولی در چین بعدی به خاطر تخلیه این عناصر میزان آلودگی ریشه با قارچ افزایش پیدا می‌نماید (جدول ۲). نتایج نشان داد با افزودن کرم‌خاکی به شبدر تلقیح شده با میکوریزا، میزان همزیستی میکوریزایی افزایش می‌یابد. پژوهش‌های دیگر محققان نشان می‌دهد همزیستی قارچ میکوریزا احتمالاً به علت ترشح ترکیبات فیتوهورمونی توسط کرم‌خاکی افزایش می‌یابد (۲، ۹). Yu و همکاران در سال ۲۰۰۵ طی آزمایشی گلخانه‌ای گزارش دادند میزان همزیستی قارچ میکوریزا با چچم علوفه‌ای در اثر فعالیت کرم‌خاکی افزایش یافت(۳۰).

نتایج این بررسی نشان می‌دهد که کاربرد قارچ میکوریزا تفاوت معنی‌داری را بر میزان عملکرد علوفه خشک طی چین اول به همراه ندارد ولی تیمارهای بکاررفته اختلاف معنی‌داری بر چین دوم تا چهارم داشته است (جدول ۴). درچین دوم و سوم بیشترین عملکرد مربوط به تیمار کرم‌خاکی + میکوریزا تلقیح با بذر ($M_{Seed}E_W$) می‌باشد ولی در چین چهارم بین تیمارهای کرم‌خاکی + میکوریزا تلقیح با بذر ($M_{Seed}E_W$) و کرم‌خاکی + میکوریزا تلقیح با خاک ($M_{Soil}E_W$) اختلاف معنی‌داری وجود ندارد و بیشترین عملکرد علوفه خشک از این دو تیمار به دست آمد (جدول ۴). این بررسی نشان می‌دهد میزان عملکرد به تدریج طی چین‌های دوم تا چهارم رو به کاهش می‌گذارد و بیشترین عملکرد مربوط به چین دوم و کمترین مربوط به چین چهارم است (جدول ۴). درچین اول عدم تفاوت معنی‌دار عملکرد در

جدول ۱ .تجزیه واریانس با استفاده از آمار F

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات میزان آلودگی میکوریزا (چین اول)	چین اول	درجه آزادی	میانگین مربعات میزان آلودگی میکوریزا(چین دوم)
تیمار	۲	۲۲۳/۹۳	۱۴۰۱۸۲۲/۲۴	۵	۱۴۴۳/۲۴۱۹
خطا	۶	۱/۱۲۷	۱۶۹/۲۶	۱۵	۰/۰۹۸۸
تیمار P≤F		F	۸۲۸/۳۸		۱۴۵۹۶/۷۵
		**	**		**
منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	چین دوم	چین سوم	چین چهارم
تیمار	۵	۳۶۱۸۰۲/۸۶۶	۷۸۶۶۶۶		۲۵۵۷۷۵/۱
خطا	۱۵	۰/۰۸۸۸	۸۳۳/۳۳		۱۱۰۰/۲۷
تیمار P≤F		F	۹۴۴/۰		۲۳۲
		**	**		**

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- میزان اسیدیته، فسفر و نیتروژن خاک محل آزمایش بعد از چین دوم

خصوصیات شیمیایی خاک	اسیدیته خاک (pH)	فسفر قابل دسترس (mg/kg)	کربن آلی کل
قبل از شروع آزمایش	۷/۱	۲۱	۱/۰۸
بعد از چین دوم در تیمارهای مختلف			
شاهد	۷/۰۲	۱۳/۸	۱/۲۴
میکوریزا	۶/۸	۱۴	۱/۲۴
کرم‌خاکی	۷/۱	۱۴	۱/۲۴
میکوریزا -کرم‌خاکی	۶/۹	۱۴/۶۶	۱/۲۴

جدول ۳- میزان همزیستی ریشه شبدر برسیم با قارچ میکوریزا (٪) قبل از چین اول و دوم در تیمارهای مختلف

میکوریزا	تیمارهای آزمایش	کرم خاکی	چین	
			قبل از چین اول	قبل از چین دوم
			میزان آلودگی میکوریزا(٪)	میزان آلودگی میکوریزا(٪)
Control	–	–	۰/۰ c	۰/۶۷ f
E_W	–	+	–	۳/۳۳ e
M_{Seed}	+	–	۱۵/۰ a	۳۷/c۳۳
M_{Soil}	+	–	۱۳/۹۵ ab	۳۶/۰ d
$M_{SEED}E_W$	+	+	–	۴۲/۳۳ a
$M_{SOIL}E_W$	+	+	–	۳۸/۳۳ b

اعداد با حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده غیر معنی‌دار بودن تفاوت بین تیمارهای آزمایش است.

تیمارهای مختلف می‌تواند ناشی از میزان مناسب عناصر غذایی خاک باشد که درصد پایین همزیستی میکوریزایی طی چین اول این موضوع را ثابت می‌نماید (جداول ۲ و ۳) ولی در چین‌های بعد به خاطر افزایش درصد آلودگی ریشه با قارچ و نیز فعالیت کرم‌های‌خاکی میزان عملکرد افزایش پیدا نموده است. اثرات مفید فعالیت قارچ میکوریزا و کرم‌خاکی به صورت جداگانه و یا ترکیب با هم در شرایط کنترل شده بر رشد گیاهان به خوبی اثبات گردیده است (۳۰). کرم‌خاکی با ترشح مواد هومیک (Humic) از طریق اثرگذاری بر فرآیندهای فیزیولوژیک گیاه سبب بهبود رشد می‌گردد (۴). از طرفی قارچ میکوریزا نیز از طریق تولید هیف سبب افزایش سطح جذب و قابلیت دسترسی عناصر خاک به گیاه می‌شود (۲۲). علت افزایش عملکرد در روش تلقیح میکوریزا با بذر در مقایسه با تلقیح با خاک می‌تواند به خاطر افزایش شانس ریشه در برقراری همزیستی میکوریزایی باشد ولی درچین‌های بعد این عدم اختلاف در نوع به کارگیری قارچ می‌تواند به علت گسترش ریشه‌ها و فعالیت کرم‌های‌خاکی باشد که اسپور قارچ‌ها را ضمن تغذیه مواد ارگانیک (۱۲) در نزدیکی ریشه تجمع می‌دهند (۱۴، ۲۹). نتایج سایر تحقیقات نیز نشان داده که کرم‌خاکی از طریق سرعت بخشیدن به چرخه عناصر غذایی، تجزیه مواد ارگانیک، بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک، رشد گیاهان را بهبود می‌بخشد (۴، ۵، ۷، ۲۶). نتایج سایر بررسی‌ها نشان داده کرم‌خاکی از طریق تغذیه میسیلیوم قارچ ارتباط متقابل بین گیاهان از طریق میسیلیوم را از بین برده و بدین طریق جذب عناصر به گیاه را افزایش می‌دهد (۲۹). کرم‌خاکی به سبب افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی و بهبود شرایط فیزیکی خاک سبب افزایش رشد گیاهان می‌گردند (۴). افزایش رشد گیاه در اثر فعالیت کرم‌خاکی بیشتر مربوط به افزایش فسفر قابل جذب توسط آنها است (۲۹). Toffen و همکاران در سال ۲۰۰۲ گزارش دادند کرم‌خاکی از طریق انتقال اسپور و افزایش جذب فسفر توسط هیف قارچ، سبب افزایش همزیستی و کارایی میکوریزا با گیاه میزبان می‌گردد (۲۹).

نتایج این آزمایش نشان داد که میزان آلودگی ریشه شبدر برسیم با قارچ آربسکولار میکوریزا با فعالیت کرم‌خاکی افزایش پیدا می‌نماید. در چین اول بین تیمار شاهد و تلقیح با میکوریزا از نظر میزان عملکرد علوفه خشک، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ولی به تدریج و با تخلیه

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- تاثیر کرم خاکی و قارچ میکوریزا بر عملکرد چین‌های اول تا چهارم شبدر برسیم (کیلوگرم ماده خشک بر هکتار) در تیمارهای مختلف

میکوریزا	تیمارهای آزمایش	کرم خاکی	چین			
			چین چهارم	چین سوم	چین دوم	چین اول
			عملکرد خشک علوفه (کیلوگرم درهکتار)	عملکرد خشک علوفه (کیلوگرم درهکتار)	عملکرد خشک علوفه (کیلوگرم درهکتار)	عملکرد خشک علوفه (کیلوگرم درهکتار)
Control	–	–	۱۰۳۰/۷۵ a	۱۴۰۶ f	۷۵۰ e	۶۰۰ e
E_W	–	+	–	۱۵۰۰/۵ e	۱۳۰۰ d	۳۵۰ d
MI_{Seed}	+	–	۱۱۳۶/۵ a	۱۹۱۶/۲ d	۱۶۰۰ c	۹۰۰ b
MI_{Soil}	+	–	۱۰۷۱/۵ a	۲۰۰۰/۵ c	۱۶۰۰ c	۸۵۰ c
$MI_{SEED}E_W$	+	+	–	۲۱۲۵/۵ a	۱۹۵۰ a	۹۶۷ a
$MI_{SOIL}E_W$	+	+	–	۲۰۳۱/۲۵ b	۱۹۰۰ b	۹۹۹/۵ a

اعداد با حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده غیر معنی‌دار بودن تفاوت بین تیمارهای آزمایش است.

خـاک طی چین‌هـای بعدی اثرات مفیـد میکوریـزا در افزایش میزان عملکرد علوفه بیشـتر آشـکار می‌گـردد. همچنین نتایـج این تحقیق نشـان داد کـه فعالیت توامـان کرم‌خاکـی و میکوریزا باعـث افزایش علوفه خشـک می‌گردد که بیانگر روابط متقابـل مثبت بین کرم‌خاکی و میکوریـزا بر رشـد و افزایش عملکرد اسـت. بنابرایـن ضمن توصیه اسـتفاده از بذور تلقیح شـده شبدر برسـیم با اینوکولوم قارچ میکوریزا (Glomus mosseae Nicolson & Gerd) بـر افزودن کرم‌خاکی در مزارع شبدر برسیم پس از چین اول تاکید می‌شود. ضمناً استفاده از چین دوم شـبدر برسیم برای بهره‌برداری بهینه از آن در موارد مختلف، قابل توصیه است.

سپاسگزاری

از کمک‌هـای آقـای دکتر خلوتـی (موسسـه تحقیقات کشـاورزی و بیوتکنولـوژی کرج) و میثم الیاسـی تکنسـین بخـش ذرت و گیاهان علوفه‌ای موسسه تحقیقات تهیه و اصلاح نهال و بذر کرج در مدت انجام تحقیق کمال تشکر و قدردانی را دارم.

منابع مورد استفاده

1-Alexander, I.J., Fairley, R.I., 1983. Effects of nitrogen on populations of fine roots and mycorrhiza as in sprucehumus. Plant soil71, 49-53.

2- Amador, J.A., Go¨rres, J.H., Savin, M.C., 2003. Carbon and nitrogen dynamics in *Lumbricus terrestris* (L.) burrow soil: Relationship to plant residues and macropores. Soil Sci. Soc. Am. J. 67, 1755–1762.

3-Bagayoko, M., George, E., Ro¨mheld, V., Buerkert, A., 2000. Effects of mycorrhizae and phosphorus on growth and nutrient uptake of millet, cowpea and sorghum on a West African Soil. J. Agric. Sci. 135, 39–407.

4-Baker G.H., CarterP.J., Barrett V.J., 1999. Influence of earthworms, Aporrectodea spp.(Lumbricidiae), on pasture production on southeastern Australian Journal of Agriculture Research 50, 1247-1252.

5-Binet, F., Hallaive, V., Curmi, P., 1997. Agricultural practices and the spatial distribution of earthworm in maize fields. Relationships between earthworm abundance, maize plants, and soil compaction. Soil Biol. Biochem. 22, 577-583.

6-Clark, R.B., Zeto, S.K., 2000. Mineral acquisition by arbescular mycorrhizal plants. Journal of plant Nutrition 23,876-902.

7-Clapperton, M.J., Lee, N.O., Binet, F., Conner, R.L., 2001.Earthworm indirectly reduse the effects oftake-all(*Gaeumannomyces graminist* var. tritici)on soft whitespring wheat(*Triricum aestivum* cv Fielder). Soil Biol. Biochem.33, 1531-1538.

8-Dalgaard, T., Hutchings, N.J., Porter, J.R., 2003. Agroecology, scaling and interdisciplinarity. Agric. Ecosyst. Environ. 100, 39–51.

9-Edwards, C.A., Bater, J.E., 1992. The use of earthworms in environmental management. Soil Biol. Biochem. 24, 1683–1689.

10-Edwards, C.A., Bohlen, P. J., 1996. Biology and Ecology of Earthworm. 3rd ed. Chapman and Hall, London 426pp.

www.SID.ir

Archive of SID

and plant phosphoros on vescular –arbescular mycorrhza in sorghm plants, New phytol, 112, 405-410.

22-Newman, E.I., 1988. Mycorrhizal links between plants: their fractioning and ecological significance. Advances in Ecological Research, 16,211-215.

23-Philips, D.A., Hayman, D.S., 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular–arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans. Br. Mycol. Soc. 55, 158–161.

24-Sheaffer, C.C., Simmons, S. R., Schmitt M. A., 2001. Annual Medic and Berseem Clover Dry Matter and Nitrogen Production in Rotation with Corn . American Society of Agronomy, 93:1080-1086.

25-Scheu, S., 2004. Effect of earthworms on plant growth: Patterns and perspectives.Pedobiology, 47, 846-865.

26-Shipitalo M.J., Protz, R., 1988. Factors influcing the dispersibility of clayin wormcasts. Soil Sci. Soc. J. 52, 764-769.

27-Stockdill, S.M.J., 1982. Effects of introduced earthworms on the productivity of New Zealand pastures. Pedobiology, 24, 29-35.

28-Tilman, D., Cassman, K.G., Matson, P.A., Naylor, R., Polasky, S., 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. Nature418, 671–677.

29-Tuffen, F., Eason, W.R.,Scullion,j., 2002. The effect of earthworms and arbescular mycorrhizal fungi on growth of and 32P transfer between allium porum plants. Soil biology& Biochemestry, 34,1027-1036.

30-Yu, X., Cheng, J.Wong, H.M., 2005. Erthworm_mycorrhiza interaction on Cd uptake and growth of ryegrass. Soil Biology&Biochemestry, 37, 195-201.

11-Fay, P., Mitchell, D.T., Osborne, B.A., 1996. Photosynthesis and nutrient-use efficiency of barely in response to low arbuscular mycorrhizal colonization and addition of phosphorus. New Phytol,132,425-433.

12-Fitter, A.H., Sanders, I.R., 1992. Interactions with the soil fauna. In: Mycorrhizal functioning (Allen, M.F., Ed.), pp.333^354. Chapman and Hall, New York.

13-Gadkar, V., David-Schwartz, R., Kunit, T., Kapulin, Y., 2001. Arbescular mycorrhiza fungi colonization. Factors involvedin hostrecogination. Plant Physiol, 127,1493-9.

14-Gange, A., 1993. Translocation of mycorrhizal fungi by earthworms during early successtion. Soil Biology & Biochemestry, 25,1021-1026.

15-Giovanetti, M., Mosse, B., 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular–arbuscular micorrhizal infections in roots. New Phytol. 84, 489–500.

16-Hodge, A., 2000. Microbial ecology of the arbuscular mycorrhiza . Microbiology Ecology, 32, 91-96.

17-Hu, F., Wu, Xq., Li, H.X, Wu, S.M., 1998. Effect of earthworm and ants on the properties of red soils (in Chinese). In: research on the red soil ecosystem. China agricultural sciense and technology publishing house, Beijing pp.276-285.

18-Iannucci, A., 2001. Effects of harvest management on growth dynamics, forage and seed yield in berseem clover. European Journal of Agronomy, 14, Issue 4 ,303-314

19-Klironomos, J.N., Kendrick, W.B., 1996. Palatability of microfungi to soil arthropods in relation to the functioning of arbuscular mycorrhizae. Biol. Fertil. Soils 21, 43^52.

20-Marschner, H., Dell, B., 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. Plant and Soil, 159(1), 89-102.

21-Miranda, J.C.C., Harris, P.J., Wild, A., 1989.Effectsof soil

www.SID.ir