مجله کشاورزی بوم‌شناختی (۱) ۴ (۱۳۹۳) ۷۱- ۵۵

تأثیر آبیاری تکمیلی و کاربرد دوگانه باکتری‌های حل‌کننده فسفات و قارچ میکوریز بر عملکرد و بازده مصرف آب عدس در شرایط دیم خراسان شمالی

امیر قلاوند[۱،*]، محمد جواد تشکری یزد[۲] و سید علی محمد مدرس ثانوی[۱]

[۱]گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

[۲]سازمان جهاد کشاورزی، استان خراسان شمالی، بجنورد، ایران.

[*]نویسنده مسئول: ghalavaa@modares.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۳/۰۱

قلاوند، ا.، م. ج. تشکری یزد و ع. م. مدرس ثانوی. ۱۳۹۳. تأثیر آبیاری تکمیلی و کاربرد دوگانه باکتری‌های حل‌کننده فسفات و قارچ میکوریز بر عملکرد و بازده مصرف آب عدس در شرایط دیم خراسان شمالی. مجله کشاورزی بوم شناختی. ۴ (۱): ۷۱- ۵۵.

چکیده

نوسان‌های بارندگی در دیمزارها زیاد بوده، انجام یکبار آبیاری باعث پایداری و افزایش عملکرد عدس می‌شود. مصرف کود در کشت حبوبات دیم نیز اغلب مرسوم نیست بنابراین می‌توان با بهبود شرایط تثبیت زیستی نیتروژن در ریشه، میزان تولید را بهبود بخشید. تأثیر تلقیح بذر عدس (*Lens culinaris* Medik.) با باکتری‌های حل کننده‌ی فسفات *Pseudomonas fluorescences* و *Bacillus circulans* به همراه کاربرد قارچ میکوریز *Glomus mosseae* و نیز انجام آبیاری تکمیلی، بر شماری از صفات کمی و کیفی در دو سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ در شرایط صحرایی و در قالب طرح اسپلیت پلات با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم شمال خراسان مورد بررسی قرار گرفت. سه سطح عامل اصلی عبارت بودند از بدون آبیاری، آبیاری در مرحله کاشت و آبیاری در مرحله گلدهی و سه سطح عامل فرعی عبارت بودند از بدون کاربرد مواد بیولوژیک، تلقیح بذر با باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات و سطح سوم تلقیح مضاعف بذر با باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات و قارچ میکوریز. آبیاری تکمیلی بر همه‌ی صفات مورد بررسی شامل عملکرد زیست توده، عملکرد دانه، شاخص برداشت، بازده (راندمان) مصرف آب و نیز میزان فسفر و نیتروژن دانه تأثیر معنی‌دار داشت. بین عامل‌های آزمایشی اثر متقابل معنی‌داری دیده نشد و استفاده از مواد زیستی باعث افزایش معنی‌داری در میزان مصرف آب و کاهش بازده مصرف آب و نیز افزایش میزان فسفر دانه شد. آبیاری مرحله گلدهی به میزان ۲۰ درصد بیش از آبیاری مرحله کشت باعث افزایش عملکرد دانه شد. کاربرد مواد زیستی در تلفیق با آبیاری، تأثیری بر افزایش تولید نداشت اما به کارگیری قارچ میکوریز به ویژه بدلیل تأثیر مثبت بر راندمان مصرف آب، اهمیت داشته و با بهبودِ افزایش توان گیاه در استفاده از رطوبت موجود در خاک به پایداری بیشتر تولیدکمک می‌کند.

واژه‌های کلیدی: عدس، آبیاری تکمیلی، میکوریز، باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

عدس (*Lens culinaris* Medik.) به همراه نخود، به‌عنوان گیاهانی مهم در چرخه‌ی تناوبی در بیشتر دیمزارها به جای آیش در تناوب با غلات قرار گرفته و به پایداری نظام‌های کشاورزی کمک می‌کند. کمبود آب درعدس دیم یک مسئله شناخته شده بوده، بنابراین تأمین کمینه‌ای از رطوبت، باعث بهبود عملکرد و شاخص برداشت شده، زمانِ رسیدگی رابه تأخیر می‌اندازد. مهم‌ترین اصل به منظور افزایش عملکرد در واحد سطح، بهبود فناوری در مدیریت کارایی مصرف آب است (Oweis *et al*., 2004a). اِعمال مدیریت آبیاری تکمیلی (تک آبیاری) درمراحل گزینش شده‌ای از رشد، یکی از راهبردهای فنی است که به کاهش تنش کمک می‌کند. این آبیاری عبارت است از کاربرد میزان محدودی آب در زمان توقف یا بدون بارندگی تا آب کافی برای تداوم رشد بوته‌ها و افزایش و پایداری عملکرد دانه تأمین شود (Sweeney and Marr, 2005). البته این میزان آب مصرفی، به تنهایی برای تولید کافی نیست بنابراین از ویژگی‌های ضروری آن، مکمل بودن آب باران و آبیاری است (Oweis *et al*., 1999). از آب‌های محدودِ حاصل از منابع تجدیدشونده در مناطق دیم می‌توان استفاده بهینه‌ای به‌عمل آورده (Oweis *et al*., 2004b) تا در مراحل بحرانی رشد، اثرگذاری‌های تنش رطوبتی برعملکرد را کاهش داد (Krishna and Bagrayaj, 1984). مرحله‌ی بحرانی نیاز آبی عدس، مرحله گلدهی است (Anvar, 1993). واکنش محصولات مختلف زراعی به آبیاری تکمیلی یکسان نیست به عنوان مثال عدس و باقلا پاسخ بهتری به آبیاری تکمیلی نشان می‌دهند. مدیریت آبیاری تکمیلی در ۴۰ درصد از دیمزارهای سوریه که در تولید غلات اهمیت ویژه‌ای دارند اعمال می‌شود (Oweis *et al*., 2004).

در بسیاری از اراضی کشت حبوبات دیم، مصرف کودهای شیمیایی مقرون به صرفه نبوده و بدون مصرف آنها به ویژه برای کشاورزان خرده مالک مشهودتر است. استفاده‌ی مؤثر از مواد غذایی خاک به ویژه نیتروژن و فسفر نیز نقش بسیار مهمی در افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های محیطی و پایداری عملکرد ایفاء می‌کند.

در شرایطی که از غلظت قابل دسترس فسفر خاک کاسته می‌شود، ریزموجودهای خاک نقش کلیدی در تحرک فسفر و قابلیت دسترسی آن برای گیاه ایفا می‌کنند (Khan *et al*., 2007). بسیاری از باکتری‌های خاک به ویژه باکتری‌های جنس *Pseudomonas* و *Bacillus* و قارچ‌های متعلق به جنس *Penicillium* و *Aspergillus* با ترشح اسیدهایی مانند فرمیک، استیک، پروپیونیک، لاکتیک و ...، فسفات نامحلول خاک را به شکل محلول درآورده و برای گیاهان قابل جذب می‌سازند، که به عنوان باکتری های حل‌کننده‌ی فسفات (PSB) نامیده می‌شوند. در بسیاری از لگوم‌ها در همزیستی با ریزوبیوم‌ها، نیتروژن جوی تثبیت شده و در مشارکت با قارچ میکوریز، قابلیت جذب فسفر از خاک توسط گیاه بهبود می‌یابد که بعنوان همزیستی سه‌گانه‌ی باکتری، قارچ و گیاه شناخته می‌شود (Lodwig *et al*., 2003; Champawat, 1990). یکی از عامل‌های محدود کننده‌ی تثبیت زیستی نیتروژن، وجود فسفر قابل دسترس است که در این شرایط قارچ‌های AM نقش مهمی را در جذب عناصر غذایی و به ویژه فسفر ایفا کرده (Ibijbijen *et al*., 1996) و به گیاه در چیره آمدن به شرایط دشوار محیطی، بهبود تحمل به خشکی و شوری و آلاینده‌ها کمک می‌کنند (Turkmen *et al*., 2005; Brundrett, 1991; Declerck *et al*., 1995). همزیستی میکوریزایی باعث تغییر ترشحات ریشه و نیز بهبود ویژگی‌های فیزیکی محیط پیرامون ریشه شده و منجر به تغییرات در جمعیت میکروبی ریزوسفر می‌شود و از سوی دیگر همین میکروارگانیزم‌ها بر تشکیل و عملکرد قارچ میکوریز تأثیر می‌گذارند و به ویژه باکتری‌هایی موسوم به باکتری‌های کمک کننده‌ی میکوریزایی با تسریع در رشد میسلیوم قارچ، باعث آسانگری ارتباط میکوریزایی می‌شوند. پایه به کارگیری با هم قارچ میکوریز و باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات، به خدمت گرفتن قابلیت باکتری‌ها در آزادسازی فسفر تثبیت‌شده معدنی و آلی در خاک بوده که پس از آن می‌تواند بوسیله قارچ‌های میکوریز جذب و به طور مؤثری وارد گیاه میزبان شود، بنابراین به منظور قابل دسترس کردن فسفر خاک به روش زیستی، اثرگذاری‌های متقابل میکوریزوسفری پیشنهاد شده‌اند (Barea *et al*., 1997). استفاده از ریزموجودهای حل‌کننده‌ی فسفات می‌تواند عملکرد محصولات زراعی را تا ۷۰ درصد افزایش دهد (Verma, 1993). تلقیح همزمان قارچ میکوریز و باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات، جذب فسفات از خاک و فسفات وارده از کودهای فسفاته را بهبود می‌بخشد (Cabello *et al*., 2005) . در آزمایش‌های انجام

Archive of SID

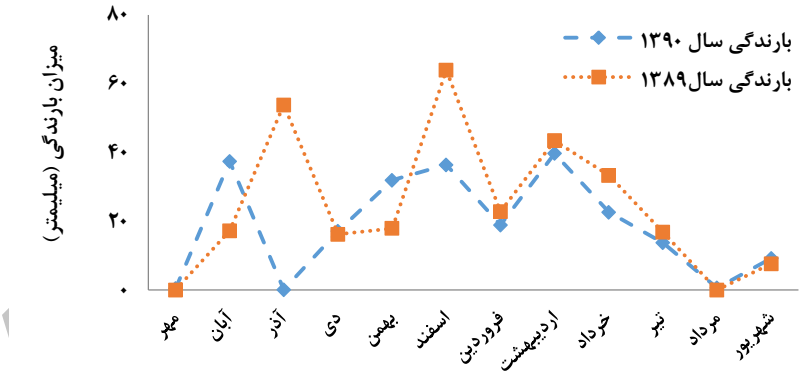
www.SID.ir

شده توسط Azcon (1986) که باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات و قارچ میکوریز را روی یونجه به کار برد، افزایش ماده‌ی خشک و افزایش فسفر جذب شده نسبت به حالت تلقیح جداگانه آنها دیده شد. در نخود، کاربرد با هم Mesorhizobium ciceri و قارچ میکوریز Glomus fasciculatum بیشترین اثرگذاری‌های مثبت را بر عملکرد داشته است. در عدس روابط هم‌افزایی بین قارچ و باکتری رایزوبیوم حل‌کننده‌ی فسفات در زمینه میزان جذب فسفات و عملکرد دیده شده است (Zarei, 2006). با توجه به ضرورت رویکرد به افزایش بهره‌وری آب حتی در اراضی دیم و به منظور پایداری و افزایش عملکرد و کاهش هزینه های تولید، استفاده از ویژگی‌های زیستی خاک در تغذیه‌ی بهینه و بهبود مقاومت به تنش‌های محیطی بسیار ضروری است بنابراین هدف از این آزمایش، بررسی امکان بکارگیری میکروارگانیزم‌ها در شرایط دیم به منظور استفاده بیشینه‌ای از کمینه‌ی رطوبت خاک می‌باشد.

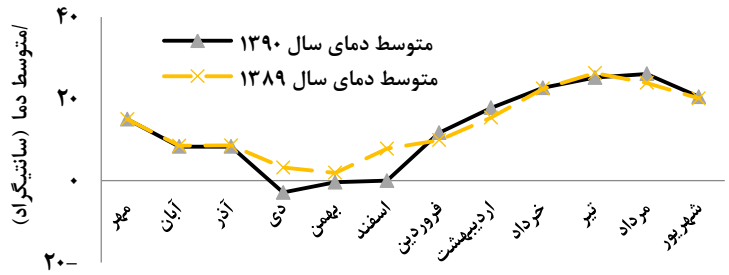
مواد و روش ها

این تحقیق در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ در ایستگاه تحقیقات دیم شمال خراسان (شیروان) به صورت آزمایش کرت‌های خردشده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. پایگاه آزمایشی در منطقه نیمه خشک با میانگین بارندگی ۲۷۰ میلی‌متر قرار داشته که به طور معمول نیمی از بارش‌ها در نیمه اول سال زراعی و مابقی تا اواخر خرداد ماه ریزش می‌شود (شکل ۱ و ۲). کربن آلی خاک تا عمق نمونه‌برداری ۳۰ سانتی‌متری، بسیار کم و به میزان ۰/۳ درصد بود (جدول ۱). زمین مورد نظر به مدت ۱۰ سال به صورت آیش بوده و از این رو فراوانی قارچها و باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات در آن اندک بود (جدول ۲).

عامل آبیاری تکمیلی در کرت‌های اصلی در سه سطح شامل بدون انجام آبیاری، یک بار آبیاری در مرحله‌ی کشت و یکبار آبیاری در مرحله گلدهی و عامل استفاده از میکروارگانیزم‌ها نیز در سه سطح شامل بدون استفاده از مواد زیستی به عنوان سطح اول، استفاده از باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات به عنوان سطح دوم و کاربرد همزمان باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات و قارچ میکوریز به عنوان سطح سوم در نظر گرفته شدند. پیش از کشت نسبت به نمونه‌گیری از خاک تا عمق ۱۰۰ سانتی‌متری برای تعیین



شکل ۱- تغییرات بارندگی در سال ۱۳۸۹ و۱۳۹۰ درشهرستان شیروان.



شکل ۲- تغییرات میانگین درجه حرارت در سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ در شهرستان شیروان.

www.SID.ir

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل مورد آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر).

ویژگی	مقدار
عمق (سانتی متر)	۰-۳۰
درصد شن	۳۶
درصد لای	۳۴/۶
درصد رس	۲۰/۴
بافت خاک	لومی
درصد اشباع	۴۰/۲
هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر*۱۰)	۰/۴
اسیدیته گل اشباع (پی اچ)	۸/۱
درصد مواد خنثی شونده	۱۸/۲
درصد کربن آلی	۰/۳۳
درصد نیتروژن کل	۰/۰۴۹
فسفر قابل جذب (پی پی ام)	۲/۳
پتاسیم قابل جذب (پی پی ام)	۲۲۳

جدول ۲- ویژگی‌های زیستی خاک محل مورد آزمایش.

ویژگی	مقدار
شمار پروپاگول‌های اسپور قارچ میکوریز (در هر کیلوگرم خاک)	۳-۳/۶ عدد
شمار باکتری‌های خاک (در هر گرم خاک)	۲۱/۹-۲۵/۴ × ۱۰^{۵}CFU[1]
شمار باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن (در هر گرم خاک)	۱۸/۷-۱۹/۵۴ × ۱۰^{۳}CFU
شمار باکتری‌های ازوتوباکتر (در هر گرم خاک)	۵/۲-۵/۹ × ۱۰^{۳}CFU

میزان آب خاک (ذخیره شده از بارندگی‌های گذشته) اقدام شد. به منظور تعیین میزان آبیاری تکمیلی، ۲۰ درصد میانگین بارندگی بلند مدت منطقه در نظر گرفته شد. میزان آب مورد نیاز بر مبنای ۵۵ میلی‌متر بارندگی برای هر کرت محاسبه و آن گاه در کرت‌های مورد نظر با نصب کنتورهای حجمی روی لوله آب نسبت به آبیاری اقدام شد. در انجام آبیاری هیچ‌گونه آبی از کرت‌ها خارج نشد و همه‌ی آب به کار رفته در همان کرت مورد استفاده قرار گرفت.

ریزموجودهای حل‌کننده‌ی فسفات شامل باکتری *Pseudomonas Fluorescens strain 93* و *Bacillus circulans* جداشده از رایزوسفر گندم و مخلوط با پرلیت با جمعیت ۹/۵×۱۰^{۷} عدد باکتری در هر گرم مایه تلقیح بود. به منظور اِعمال تیمار باکتری، بذرهای مورد نیاز هر کرت با ۲۰ میلی‌لیتر محلول شکر ۲۰ درصد درون کیسه نایلونی به مدت ۳۰ ثانیه با هم مخلوط شد، تا سطح بذرها به خوبی با ماده چسباننده پوشانده شود. سپس ۳۰ گرم مایه تلقیح باکتری به آن اضافه شد و به مدت ۳۰ ثانیه باهم مخلوط شدند سپس بذرها روی ورقه‌ی آلومینیومی و در سایه خشک شدند و بی درنگ نسبت به کاشت آنها اقدام شد.

ماده تلقیحی قارچ *Glomus mosseae* شامل اسپور و هیف‌های قارچ حاصل از کشت ریشه ذرت از کلینیک گیاه‌پزشکی ارگانیک همدان تهیه شدند. شمار پروپاگول‌های اسپورهای قارچ استخراج شده در روش الک مرطوب به میزان ۳/۷-۳ عدد در هر کیلوگرم خاک و بر اساس آزمون MPN[2] به میزان ۰/۰۲ عدد در سانتیمتر مکعب خاک به دست آمد که نسبت به خاک‌های غنی از این مواد در طبیعت میزان کمی است بنابراین کاربرد مواد زیستی توجیه کافی داشت. در کرت‌های تیمار قارچ میکوریز، ماده‌ی تلقیح، به میزان ۶۰ گرم درمتر مربع محاسبه ودر ردیف‌های کشت بذر باخاک مخلوط و در زیر بذر قرار گرفتند.

عدسِ مورد استفاده رقم کیمیا و به میزان ۲۵۰ بوته در متر مربع بود که در هر دو سال، درآغاز اسفندماه کشت شدند. پیش از کشت نسبت به تسطیح زمین اقدام و با توجه به میزان بسیار کم فسفرِ خاک، نسبت به افزایش میزان فسفات خاک تا ۵ قسمت در میلیون (پی پی ام) (با استفاده از کود سوپر فسفات) اقدام شد همچنین به منظور تأمین نیتروژن مورد نیاز برای تحریک باکتری‌های تثبیت‌کننده‌ی نیتروژن، نسبت به مصرف ۳۰ کیلوگرم اوره در هکتار اقدام شد. ابعاد کرت‌ها ۶×۴ متر و فاصله ردیف‌ها ۳۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد و در هر کرت ۱۱ ردیف کشت شد. علف‌های هرز با دست وجین شد و در طول فصل رشد از هیچ‌گونه مواد شیمیایی برای کنترل آفات و بیماری‌ها استفاده نشد و در اواسط خرداد تا اوایل تیرماه محصول برداشت شد. در زمان برداشت دو ردیف خارجی از هر طرف کرت و ۵۰ سانتی‌متر از آغاز و پایان ردیف‌ها به عنوان اثرگذاری حاشیه‌ای حذف شدند و پنج‌متر میانی باقی‌مانده برای برآورد عملکرد زیستی و عملکرد دانه استفاده شد. دانه‌ها و ساقه‌ها در دمای ۷۸ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت و در آون خشک شدند. برای تعیین میزان نیتروژن دانه از روش کجلدال و برای تعیین میزان فسفر از روش رنگ‌آمیزی وانادا مولیبدو فسفریک استفاده شد.

[1] Colony Forming Unit

[2] Most Probable Number

Archive of SID

www.SID.ir

میزان تبخیر و تعرق (ET)[1] از طریق معادله‌ی زیر (معادله ۱) محاسبه شد (Oweis *et al*., 2004b):

$$ET = R + I - D + \Delta S \qquad (۱)$$

که در آن ET میزان تبخیر و تعرق، R میزان بارندگی (میلی‌متر)، I میزان آبیاری تکمیلی (میلی‌متر)، D میزان آب هدر رفته به صورت زهکش از عمق ۱۸۰ سانتی متری و Δs میزان تغییرات رطوبت آغاز و پایان فصل می‌باشد. میزان تبخیر و تعرق، به منزله‌ی میزان کل آبِ مصرف شده منظور شد و تحت عنوان صفت "مصرف آب"مورد بررسی قرار گرفته است.

بدین منظور پیش از کشت و پس از برداشت محصول نسبت به تعیین درصد رطوبت وزنی خاک با استفاده از اوگر دستی اقدام شد همچنین چون در شرایط دیم، میزان رطوبت و آب به کار رفته نسبت به شرایط آبی بسیار کمتر است، عمق نمونه گیری ۱۰۰ سانتی‌متر منظور شد. در طول فصل رشد هیچگونه رواناب سطحی در کشتزار دیده نشد. با توجه به بارش‌های اندک مناطق نیمه‌خشک و نیز خشک بودن خاک‌های اراضی دیم، میزان هدر رفت آب ناشی از بارندگی و نیز آب ناشی از آبیاری، از راه نفوذ عمقی (زیر ۱۰۰سانتی‌متر) در عمل صفر منظور شد. در طول فصل رشد به منظور اندازه‌گیری ویژگی‌هایی مانند طول دوره گل‌دهی و غلاف‌دهی نسبت به نمونه برداری ۱۰ گیاه از هر کرت اقدام شد. طول شاخه های رویشی و ارتفاع گیاه نیز در انتهای مرحله گلدهی اندازه‌گیری شد.

بازده مصرف آب از طریق معادله‌ی زیر (معادله ۲) محاسبه شد.

$$WUE = \frac{GY}{ET} \qquad (۲)$$

که در آن GY عملکرد دانه (کیلوگرم)، ET میزان مصرف آب (میلی‌متر) و WUE بازده مصرف آب (کیلوگرم بر میلی‌متر) می‌باشد.

تجزیه داده‌ها

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS Institute (1991) انجام شد و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ مورد مقایسه قرارگرفت. یکنواختی واریانس داده‌ها با آزمون بارتلت مورد بررسی قرار گرفت و پس از تعیین یکنواختی آنها، نسبت به تجزیه مرکب اقدام شد. در تفسیر نتایج دو سال آزمایش، علاوه بر بررسی نتایج تجزیه مرکب داده‌ها در دو سال، بدلیل ماهیت دیم آزمایش در بعضی صفات مورد نیاز برای درک بهتر ارتباطات، نتایج هر سال به‌طور جداگانه نیز مورد بررسی قرار گرفتند.

نتایج و بحث

عملکرد زیستی، عملکرد دانه و شاخص برداشت

انجام آبیاری تکمیلی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد زیستی از ۱۳۹ گرم در متر مربع به ۱۷۳/۴ گرم در متر مربع شد. انجام آبیاری در مرحله‌ی کشت نسبت به دیگر مراحل، بیشترین تأثیر خود را بر صفت عملکرد زیستی گذاشت زیرا همراه با بارندگی‌های مرحله کاشت و داشت و هم‌زمان با توسعه‌ی رشد رویشی و گرم شدن هوا، وجود ذخیره آب ناشی از اِعمال آبیاری، باعث کاهش تنش رطوبتی شده و رطوبت موجود به‌سرعت صرف تولید عملکرد زیستی شده است در ضمن به دلیل رخداد بارندگی اسفند ماه در هر دو سال انجام آزمایش (به ترتیب ۳۶/۴ و ۶۳/۹ میلی‌متر در سال اول و دوم)، انجام آبیاری مرحله کاشت تأثیری بر درصد سبز کشتزار نداشت. انجام آبیاری در مرحله گلدهی نسبت به شاهد تنها ۱۶/۹ درصد باعث افزایش عملکرد زیستی شد. مصرف آب در این مرحله علاوه بر این که می‌تواند باعث افزایش تبخیر و تعرق گیاه شود می‌تواند باعث کمک به پر شدن دانه‌ها و در نهایت افزایش عملکرد شود. آبیاری در مرحله گلدهی تا ۱۷ درصد و آبیاری کامل عدس تا ۲۵ درصد عملکرد زیستی را افزایش داد (Sadat and Nezami., 2011). همچنین افزایش ۵۵ درصدی عملکرد زیستی در آبیاری کامل عدس گزارش شده است (Thomson *et al*., 1997). اِعمال آبیاری باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه از ۴۷/۳ گرم در متر مربع در تیمار بدون آبیاری به ۶۳/۱۸ گرم در متر مربع در تیمار آبیاری در هنگام گلدهی شد (جدول ۳). انجام آبیاری در مرحله کشت باعث افزایش معنی‌داری در عملکرد به میزان ۱۳ درصد نسبت به شاهد شد، اما نسبت به افزایش ۳۳ درصدی عملکرد ناشی از آبیاری در مرحله گلدهی اهمیت کمتری نشان می‌دهد. بیشتر بودن افزایش عملکرد در تیمار آبیاری مرحله گلدهی، نشان‌دهنده‌ی اهمیت بسیار زیاد تأمین رطوبت در طی مراحل زایشی است که در آن، اغلب حبوبات دیم با تنش فزاینده‌ی رطوبتی روبرو بوده و در نهایت باعث کاهش

[1] Evapotranspiration

Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد دانه می‌شود. با در نظر گرفتن تفاوت میزان بارندگی در دو سال انجام آزمایش، نتایج هر دو سال نشان‌دهنده‌ی برتری معنی‌دار آبیاری در مرحله گلدهی نسبت به آبیاری در مرحله کشت است اما نکته قابل توجه این که در سال دوم که سالی خشک‌تر از سال اول بود درصد افزایش عملکرد نسبت به شاهد به میزان ۱۰ درصد بیشتر از سال پیش که مرطوب‌تر بود به دست آمد. این مورد گویای این مطلب است که در سال‌های خشک، با انجام آبیاری به میزان مشخصی می‌توان آسیب‌های خشکی را تا حد زیادی نسبت به سال مرطوب تعدیل کرد، هر چند که ممکن است عملکردهای کمتری به‌دست آید. افزایش عملکرد تا ۲/۷۲ برابر در شرایط آبیاری کامل نسبت به حالت بدون آبیاری گزارش شده است (Thomson *et al.*, 1997). در یک آزمایش سه‌ساله در سوریه نیز انجام ۱۰۰ میلی‌متر آبیاری در مرحله‌ی گلدهی، باعث افزایش عملکرد دانه تا ۴۱ درصد و نیز افزایش عملکرد زیستی تا ۲۵ درصد شد (Oweis *et al.*, 1999). در یک آزمایش چندساله در سوریه نشان داده شدکه عملکرد عدس با آبیاری تکمیلی افزایش می‌یابد، هر چند که این افزایش در فصل‌های بارانی و مرطوب نسبت به فصل‌های خشک کمتر است (Zhang *et al.*, 2000).

استفاده از باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات و تلقیح مضاعف آنها به ترتیب باعث افزایش غیرمعنی‌دار عملکرد زیستی به میزان یک‌گرم در متر مربع و ۲۶ گرم درمتر مربع شد (جدول ۳) که بیشتر بودن آن به ویژه در تیمار کاربرد با هم باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات و قارچ میکوریز، می‌تواند به‌دلیل چیرگی بر محدودیت‌های رطوبتی خاک باشد. البته افزایش عملکرد زیستی در شرایط دیم که هدف، تولید بیشترِ دانه باشد تنها گویای تأثیر مثبت تیمارهای آزمایشی نبوده و باید به نتایج عملکرد دانه نیز توجه‌شود. بین سطوح آبیاری و کاربرد مواد زیستی از نظر تأثیر بر عملکرد زیستی اثر متقابل معنی‌داری دیده نشد، اما بهترین تیمار، انجام آبیاری درمرحله کشت با تلقیح مضاعف مواد زیستی و به میزان ۱۷۶/۸ گرم در متر مربع بود که نسبت به تیمار شاهد به میزان ۳۰ درصد افزایش نشان داد. کاربرد مواد زیستی نتوانست اثر معنی‌داری بر افزایش عملکرد دانه در شرایط دیم داشته باشد (جدول ۳). کاربرد این مواد میانگین عملکرد دانه را از ۵۳/۴ گرم در متر مربع به ۵۶/۴ گرم در متر مربع افزایش داد و همانند عملکرد زیستی، بیشترین میزان افزایش آن در تیمار کاربرد مضاعف مواد زیستی به‌دست آمد. این موضوع نشان‌دهنده‌ی این است که مواد زیستی به کار رفته، بیش از تأثیر بر عملکرد زیستی، بر عملکرد دانه تأثیر داشته، در ضمن تأثیر به کارگیری قارچ میکوریز بیش از باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات می‌باشد. در حبوبات دیم افزایشِ سهم اقتصادی از کل عملکرد زیستی بسیار بیشتر مورد توجه است. آبیاری تکمیلی باعث تغییر معنی‌دار شاخص برداشت شد (جدول ۳) و از ۰/۲۹ در تیمار آبیاری در مرحله کشت، به ۰/۳۷ در تیمار آبیاری درمرحله گلدهی افزایش یافت در حالی‌که میزان آن در تیمار شاهد ۰/۳۲ به‌دست آمد. آبیاری مرحله کشت باعث کاهش ۹ درصدی شاخص برداشت نسبت به تیمار بدون آبیاری شده‌است بنابراین انجام آبیاری در مرحله کشت، از نظر شاخص برداشت، کمکی به افزایش تولید نکرده و می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش عملکرد زیستی، مصرف آب بیشتر شده و در پایان فصل رشد گیاه را به میزان بیشتری در معرض تنش خشکی قرار داده است، بنابراین در این حالت، به دلیل افزایش بیشتر عملکرد زیستی نسبت به عملکرد اقتصادی، شاخص برداشت کاهش یافته است. در مقایسه‌ی دو سال آزمایش، انجام آبیاری در مرحله‌ی کشت، باعث کاهش بیشتر شاخص برداشت در سال خشک‌تر شده است که نشان از شرایط تنش بیشتر بوده و میزان آب اندک به کار رفته در قالب آبیاری تکمیلی، تنها رشد رویشی را تشدید کرده، اما در پایان فصل به دلیل مصرف بیشتر رطوبت خاک، عملکرد اقتصادی را نسبت به عملکرد زیستی کمتر افزایش داده است. آبیاری در مرحله‌ی گلدهی باعث افزایش شاخص برداشت به میزان ۱۵ درصد نسبت به تیمار بدون آبیاری شد. این افزایش نشان از سهم زیاد آبیاری انجام شده در افزایش تولید دانه می‌باشد. افزایش معنی‌داری در شاخص برداشت به میزان ۲۹ درصد در نتیجه‌ی آبیاری تکمیلی گزارش شده است (Sadat and Nezami, 2011).

کاربرد مواد زیستی نتوانست تأثیرمعنی‌داری بر شاخص برداشت داشته باشد و از آن جایی که هر دو تیمار باکتری و قارچ می‌توانند بعنوان تیمارهای افزاینده تولید مطرح - باشند به نظر می‌رسد چنین بی تأثیری بر شاخص برداشت ناشی از تأثیر همانند تیمارهای بالا بر افزایش عملکردهای دانه و زیستی بوده باشد (جدول ۱).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳-مقایسه میانگین‌های تأثیر آبیاری تکمیلی و کاربرد مواد زیستی و اثرگذاری‌های متقابل آنها برعملکرد زیستی، عملکرد دانه و برخی صفات عدس.

سطوح آبیاری	سطوح کاربرد مواد زیستی	ویژگی‌ها						
		عملکرد دانه (گرم بر متر مربع)	شاخص برداشت	عملکرد زیستی (گرم بر متر مربع)	میزان مصرف آب (میلی متر)	بازده مصرف آب (کیلوگرم بر میلی متر)	درصد نیتروژن دانه	درصد فسفر دانه
بدون آبیاری (A1)	-	۴۷/۳۲^{c}	۰/۳۲b	۱۳۹c	۱۸۶/۶۸^{c}	۲۰۸۵۲^{b}	۳/۷۱۷^{c}	۰/۲۷۵^{c}
یکبار آبیاری مرحله کشت (A2)	-	۵۳/۷^{b}	۰/۲۹c	۱۷۳/۴a	۲۳۴/۳۷^{a}	۱۱۷۲۰^{c}	۴/۰۰۴^{b}	۰/۲۹۷^{b}
یکبار آبیاری مرحله گلدهی (A3	-	۶۳/۱۸^{a}	۰/۳۷a	۱۶۲/۵b	۲۲۵/۸۷^{b}	۳۰۷۱۳^{a}	۴/۳۴۲^{a}	۰/۳۱۴^{a}
-	بدون کاربرد مواد بیولوژیک (B1)	۵۳/۸^{a}	۰/۳۲a	۱۵۶/۹a	۲۰۵/۴۳^{b}	۲۳۷۷۴^{a}	۳/۸۷۷^{ab}	۰/۲۷۷^{b}
-	)B2کاربرد جداگانه باکتریهای حل‌کننده‌ی فسفات (	۵۳/۹۸^{a}	۰/۳۲a	۱۵۶/۶a	۲۲۰/۱۵^{a}	۱۷۹۳۰^{b}	۳/۹۸۵^{ab}	۰/۲۹۴^{b}
-	کاربرد توام باکتریهای حل‌کننده‌ی فسفات و قارچ میکوریز (B3)	۵۶/۴۲^{a}	۰/۳۳a	۱۶۱/۳a	۲۲۱/۳۴^{a}	۲۱۹۴۷^{a}	۴/۲۰۱^{a}	۰/۳۱۵^{a}
بدون آبیاری (A1)	بدون کاربرد مواد بیولوژیک (B1)	۴۶/۰۷^{a}	۰/۳۲۰۱^{a}	۱۳۶/۰۹^{a}	۱۸۳/۸۰^{a}	۲۰۱۲۱^{ab}	۳/۵۷۰^{ab}	۰/۲۶۱^{ab}
	کاربرد جداگانه باکتریهای حل‌کننده‌ی فسفات (B2)	۴۶/۸۴^{a}	۰/۳۲۲^{a}	۱۳۶/۸^{a}	۱۹۱/۲۴^{a}	۱۷۵۶۴^{c}	۳/۷۲۲^{ab}	۰/۲۷۷^{ab}
	کاربرد با هم باکتریهای حل‌کننده‌ی فسفات و قارچ میکوریز(B3)	۴۹/۰۴^{a}	۰/۳۲۱^{a}	۱۴۴/۰۴^{a}	۱۸۵/۰۰۷^{a}	۲۴۸۶۹^{a}	۳/۸۵۸^{a}	۰/۲۸۵^{a}
یکبار آبیاری مرحله کشت (A2)	بدون کاربرد مواد بیولوژیک (B1)	۵۱/۹۳^{ab}	۰/۲۸۶^{b}	۱۵۹/۸۸^{ab}	۲۱۳/۷۰^{c}	۱۶۸۳۴^{a}	۳/۸۳۳^{ab}	۰/۲۷۳^{ab}
	کاربرد جداگانه باکتریهای حل‌کننده‌ی فسفات (B2)	۵۲/۷۳^{a}	۰/۲۸۵^{b}	۱۶۳/۱۸^{a}	۲۳۹/۲۶^{ab}	۴۲۰۵۸^{b}	۳/۹۴۱a^{b}	۰/۲۹۷^{ab}
	کاربرد با هم باکتریهای حل‌کننده‌ی فسفات و قارچ میکوریز(B3)	۵۶/۴۱^{a}	۰/۲۹۹^{a}	۱۶۴/۶۵^{a}	۲۵۰/۱۵^{a}	۴۲۰۶۳^{b}	۴/۲۳۹^{a}	۰/۳۲۰^{a}
یکبار آبیاری مرحله گلدهی (A3)	بدون کاربرد مواد بیولوژیک (B1)	۶۳/۳۹^{a}	۰/۳۷۳^{a}	۱۷۰/۱۹^{ab}	۲۱۸/۸۰^{b}	۳۴۷۳۱^{a}	۴/۲۲۷^{ab}	۰/۲۹۶^{ab}
	کاربرد جداگانه باکتریهای حل‌کننده‌ی فسفات (B2)	۶۲/۳۲^{ab}	۰/۳۶۹^{a}	۱۷۳/۲۴^{a}	۲۲۹/۹۶^{a}	۲۷۴۲۶^{b}	۴/۲۹۲^{a}	۰/۳۰۸^{ab}
	کاربرد با هم باکتریهای حل‌کننده‌ی فسفات و قارچ میکوریز(B3)	۶۳/۸۲^{a}	۰/۳۷^{a}	۱۷۶/۸۶^{a}	۲۲۸/۸۶^{a}	۳۰۳۴۸^{ab}	۴/۵۰۷^{a}	۰/۳۳۹^{a}

Archive of SID

www.SID.ir

میزان مصرف آب [1](ET) و بازده مصرف آب [2](WUE)

نتایج آزمایش دو ساله نشان داد که میزان مصرف آب تحت تأثیر یک‌بار آبیاری به صورت معنی‌داری افزایش یافته (جدول ۴)، این افزایش معنی‌دار بین هر سه سطح تیمارهای آبیاری دیده شد به گونه‌ای که از میزان ۱۸۶/۶ میلی‌متر در تیمار بدون آبیاری، به ترتیب به ۲۲۵/۸ و ۲۴۳/۳ میلی‌متر در تیمارهای آبیاری در مرحله گلدهی و آبیاری در مرحله کشت رسید. افزایش مصرف آب به‌دلیل انجام آبیاری امری بدیهی به نظر می‌رسد ولی نکته جالب این که تغییر مرحله‌ی آبیاری، تأثیر معنی‌داری بر تغییر میزان مصرف آب دارد. انجام آبیاری در مرحله گلدهی میزان مصرف آب را به میزان ۲۰ درصد نسبت به بدون آبیاری افزایش می‌دهد ولی همین میزان آبیاری در مرحله کشت باعث افزایش مصرف به میزان ۲۵/۵ درصد می‌شود. با توجه به اینکه در شرایط دیمِ نقاط کم باران به‌دلیل اندک بودن بارش‌های جوی، می‌توان هدر رفتِ عمقی آب را ناچیز فرض کرد، بنابراین افزایشِ مصرف آب می‌تواند نشان‌دهنده‌ی افزایشِ تبخیر و تعرق گیاه باشد، به ذاته رابطه‌ی مستقیمی با میزان عملکرد زیستی گیاه نیز دارد. همبستگی بین صفات مورد بررسی (جدول‌های ۸ و ۱۰) نشان می‌دهد که تأثیر افزایش مصرف آب بر افزایش عملکرد زیستی، بیش از تأثیر آن بر افزایش عملکرد دانه است همانگونه که عنوان شد این عامل به طور مستقیم بر شاخص برداشت محصول تأثیرگذار می‌باشد. در سال اول با وجود بارندگی به نسبت مناسب در طول دوره‌ی رشد، تأثیر آبیاری در افزایش مصرف آب نسبت به تیمار بدون آبیاری ۱۱ درصد کمتر از سال دوم با بارندگی کمتر بود. مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده‌ی عملکرد دانه‌ی عدس و نخود و میزان مصرف آب آنها در شرایط دیم، میزان بارندگی و پراکنش آن است (Zhang *et al.*, 2000). در سوریه میزان مصرف آب عدس با کاربرد ۷۰ میلی‌متر آب به میزان ۱۰ درصد افزایش یافت (Oweis *et al.*, 2004b). کاربرد مواد زیستی، مصرف آب را به‌طور معنی‌داری تغییر داد به‌طوری‌که میزان آن از ۲۰۵/۴ میلی‌متر در تیمار بدون کاربرد مواد زیستی به ۲۲۱/۳ میلی‌متر در تیمار کاربرد مضاعف مواد زیستی افزایش یافت (جدول ۳). با توجه به این که کاربرد مواد زیستی باعث افزایش معنی‌داری در عملکرد زیستی و عملکرد دانه نشد، این افزایش معنی‌دار در میزان مصرف آب می‌تواند نشان‌دهنده‌ی این باشد که مصرف آب به میزان نسبتا برابری بین افزایش تولید شاخ و برگ و نیز دانه تقسیم شده است، گرچه افزایش هر یک از آنها معنی‌دار نبوده ولی در نهایت میزان کل آب مصرفی توسط گیاه به میزان معنی‌داری افزایش یافته‌است.

کاربرد مواد زیستی استفاده شده در شرایط این آزمایش نتوانستند عملکرد دانه و عملکرد زیستی را افزایش معنی‌داری دهند و در ظاهر به کارگیری آنها مقرون به صرفه نیست، اما توجه به تغییرات بازده مصرف آب که در ادامه مورد بحث قرار خواهد گرفت می‌تواند نشان‌دهنده‌ی توصیه‌پذیر بودنبکارگیری قارچ میکوریز به تنهایی در شرایط دیم باشد.

تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد تیمار تلقیح مضاعف در مقایسه با تیمار کاربرد باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات، برتری معنی‌داری بر میزان کل آب مصرفی نداشته است، به عبارت دیگر بکارگیری قارچ میکوریز نتوانست عملکرد باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات را از نظر تأثیر بر میزان رشد و مصرف آب تغییر دهد، اما توجه به تغییرات بین دو سال نشان می‌دهد در سال دوم که به میزان ۲۴ درصد خشک‌تر از سال اول بود، تیمار تلقیح مضاعف مواد زیستی بیش از تیمار کاربرد باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفاتباعث افزایش مصرف آب شد اما نتایج سال اول بر عکس بود بنابراین، به نظرمی‌رسد بکارگیری قارچ میکوریز می‌تواند در شرایط تنش خشکی، میزان آب خاک را با کارایی بیشتری برای گیاه قابل استفاده کند. بین عامل‌های آبیاری و کاربرد مواد زیستی از نظر تأثیر بر میزان مصرف آب اثر متقابل معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳) که خود نشان‌دهنده‌ی اثرگذاری‌های همانند عامل‌های آزمایشی بر ET از نظر افزایش میزان مصرف آب بوده است. کمترین میزان ET در تیمارِ بدون کاربرد مواد زیستی و بدون آبیاری (۱۸۳/۸ میلی‌متر) و بیشترین میزان ET در تیمار آبیاری در مرحله کشت با کاربرد مضاعف مواد زیستی به دست آمد (۲۵۰/۱ میلی‌متر). این افزایش می‌تواند نشان‌دهنده‌ی شرایط مساعد محیطی از نظر آب در دسترس و نیز قابلیت گیاه در جذب بیشتر آب بوده و بنابراین نقش میکروارگانیزم‌های اضافه شده به خاک در افزایش آب مصرفی گیاه را بهتر توجیه می‌سازد.

[1] Evapotranspiration
[2] Water Use Efficiency

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب تأثیر آبیاری تکمیلی و کاربرد مواد زیستی بر شماری از صفات عدس در سال ۱۳۹۰-۱۳۸۹ در شهرستان شیروان.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
S.O.V	df	عملکرد دانه	شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک	میزان مصرف آب	راندمان مصرف آب	نیتروژن دانه	فسفر دانه
سال	۱	۵۲۷۱ /۲*	۰/۰۰۳۶۸**	۱۷۲۵۰۹۰/۹**	۶۲۸۵۳/۰۹**	۶/۹۳۹**	۳۴۰۰/۵۱*	۲۴۴۴/۱۷**
سال *تکرار	۶	۱۴۱۳۸/۴	۰/۰۰۷۱۴	۲۱۰۷/۴	۳۱۰/۰۶	۰/۱۴۸	۱۳۹۷۲/۷۹	۷۶۷۵/۸۳
آبیاری تکمیلی	۲	۱۵۲۸۵۵/۹**	۰/۰۳۹۶۳**	۷۴۳۳۶۷/۱**	۱۵۵۳۰/۷۲**	۱/۶۳۱**	۲۳۵۱۰/۵۸**	۹۴۵۰/۰۴**
سال * آبیاری تکمیلی	۲	۱۸۸۳۴/۴**	۰/۰۱۳۵۰**	۶۵۹۳۴/۰**	۳۸/۷۹^{ns}	۰/۳۳۰**	۲۲۶/۰۲^{ns}	۲۱۸/۱۵^{ns}
خطای A	۱۲	۸۵۶/۷	۰/۰۰۱۰۰	۶۲۲۶/۶	۷۷/۵۸	۰/۰۱۲	۴۵۵/۲۰	۲۵۸/۷۹
مواد زیستی	۲	۵۱۵۳/۸^{ns}	۰/۰۰۰۱۳^{ns}	۱۶۵۳۶/۰^{ns}	۱۸۸۴/۲۱**	۰/۱۶۹**	۶۵۵۸/۹۷^{ns}	۸۶۶۰/۱۴**
مواد زیستی * آبیاری تکمیلی	۴	۸۷۲/۶^{ns}	۰/۰۰۰۲۰^{ns}	۶۲۵۳/۴^{ns}	۶۷۳/۶۷^{ns}	۰/۰۵۳^{ns}	۱۷۸/۹۸^{ns}	۴۱۷/۹۰^{ns}
سال* مواد زیستی	۲	۳۲۰/۳^{ns}	۰/۰۰۰۰۲^{ns}	۱۱۴۴/۷^{ns}	۴۳/۷۹^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۲۳۲/۷۵^{ns}	۲۲۹/۱۸^{ns}
سال* اثر متقابل	۴	۱۲۰/۳^{ns}	۰/۰۰۰۱۰^{ns}	۱۰۳۴/۱^{ns}	۶۲/۱۸^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۱۶۵/۲۰^{ns}	۴۵/۶۷^{ns}
خطای B	۳۶	۴۲۴۲/۰	۰/۰۰۰۷۵	۳۲۸۱۹/۷	۲۶۶/۷۸	۰/۰۳۰	۲۲۰۸/۶۹	۱۱۵۹/۱۴
کل	۷۱							
ضریب تغییرات (٪)		۱۱/۸۹۹	۸/۳۸۴	۴۲۳۱۲	۲۱۰۰۲	۶/۶۸۷	۱۱/۶۸۸	۱۱/۵۳۷

ns غیر معنی‌دار، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

Archive of SID

www.SID.ir

بازده مصرف آب به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر میزان آب در دسترس و مرحله‌ی انجام آبیاری گیاه قرار گرفت، به‌طوری‌که کمترین آن به میزان ۲/۳۲ در تیمار آبیاری در مرحله کشت و بیشترین آن در تیمار آبیاری در مرحله گلدهی و به میزان ۲/۸۴ کیلوگرم بر میلی‌متر آب مصرفی بود. در تیمار بدون آبیاری، بازده مصرف آب به میزان ۲/۵۷ به دست آمد که به تقزیب بین دو تیمار آبیاری قرار می‌گیرد. با توجه به این که آبیاری در مرحله‌ی کشت نسبت به بدون آبیاری، باعث کاهش بازده مصرف آب شده و همین آبیاری در مرحله گلدهی نتیجه به کلی معکوس دارد، بنابراین نتیجه‌گیری می‌شود که میزان آب در دسترس در اواخر رشد گیاه به طورکامل برای افزایش تولید اقتصادی گیاه، بسیار مهم است. از سوی دیگر با توجه به این که در هر دو سال آزمایش، میزان بارندگی در اردیبهشت‌ماه به نسبت مطلوب بوده است، ممکن است در وهله‌ی اول به نظر برسد که آب به کار رفته در مرحله گلدهی (اردیبهشت ماه)، تنها با ذخیره شدن در خاک به کاهش تنش‌های خردادماه کمک کرده است، اما نکته جالب این که در مقایسه بین دو سال آزمایش، انجام آبیاری تأثیرگذاری متفاوتی بر بازده مصرف آب داشته است، به‌طوری‌که در سال دوم (خشک‌تر)، تأثیر آن به مراتب بیشتر از سال اول بود (بهبود بازده مصرف آب در سال اول ۲ درصد و در سال دوم ۱۷ درصد)، در حالی‌که تفاوت بارندگی‌های اردیبهشت‌ماه دو سال مورد بررسی تنها ۴ میلی‌متر بود بنابراین می‌توان گفت صِرف توجه به بارندگی‌های زمان گلدهی در بدون اعمال آبیاری تکمیلی ممکن است گمراه کننده باشد بنابراین تکرار بررسی بالا در سال‌های بعد می‌تواند منجر به تعدیل نتایج بالا شود. آب به کار رفته در آبیاری تکمیلی می‌تواند بر بازده مصرف آب بسیار موثر باشد و این تأثیر به این علت است که مقادیر جزیی آب می‌تواند اثرگذاری‌های شدید تنش خشکی را در مراحل رشدی حساس گیاه تعدیل کند (Oweis *et al.*, 1999).

استفاده از مواد زیستی اثر معنی‌داری بر تغییر بازده مصرف آب داشت (جدول ۴) به طوری که کمترین آن در تیمار کاربرد جداگانه باکتری‌های حل کننده‌ی فسفات و بیشترین مقادیر آن در تیمار بدون استفاده از مواد زیستی و نیز تلقیح مضاعف مواد زیستی به دست آمد. به طور کلی در هر دو سال آزمایش، استفاده از مواد زیستی باعث کاهش بازده مصرف آب نسبت به شاهد شد، لذا با توجه به این مطلب که به کار گیری آنها باعث افزایش معنی دار مصرف آب شده و نیز از آن جایی که بین این عامل و عامل آبیاری اثر متقابل معنی‌دار دیده نشد بنابراین می‌توان نتیجه گرفت تأثیر استفاده از مواد زیستی، بیش از افزایش عملکرد اقتصادی منجر به افزایش عملکرد رویشی شده است. همانگونه که در بالا اشاره شد نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کاربرد مواد زیستی اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت نداشته است و در حقیقت تأثیر آن بر تغییرات عملکرد زیستی و عملکرد دانه نیز روند همانندی داشته است و با در نظر گرفتن نتایج به دست آمده از بازده مصرف آب، اثر کاربرد مواد زیستی بر افزایش عملکرد رویشی بار دیگر قابل نتیجه‌گیری می‌باشد. همچنین بررسی تأثیر تیمارهای آبیاری و کاربرد مواد زیستی، مؤید این مطلب است که کمترین مقادیر بازده مصرف آب در هر یک از سطوح آبیاری، با به کارگیری مواد زیستی به دست آمدند. توجه به این نکته جالب است که درحالی‌که باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات باعث کاهش بازده مصرف نسبت به شاهد شدند، ولی تلقیح آنها با قارچ میکوریز باعث تعدیل این ویژگی شده، به عبارت دیگر، به‌رغم رشد رویشی بیشتر توسط بکارگیری باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات نسبت به شاهد، مصرف با هم آنها با قارچ میکوریز باعث می‌شود در پایان فصل رشد، تأمین آب برای رشد دانه‌ها بهتر شده و از این راه بازده مصرف آب بهبود یابد.

میزان نیتروژن و فسفر دانه

تغییرات میزان فسفر و نیتروژن دانه، می‌تواند نشان‌دهنده‌ی اثرگذاری‌های عامل‌های آزمایشی بر میزان جذب این عناصر از خاک باشد. میزان نیتروژن دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح عامل آبیاری تکمیلی قرار گرفت (جدول ۳) به‌طوری‌که میزان آن از ۳/۷۱ درصد در تیمار بدون آبیاری، به ۴/۳۴ درصد در تیمار آبیاری در زمان گلدهی افزایش یافت. این افزایش ۱۶/۹ درصدی، ناشی از بهبود شرایط تثبیت نیتروژن جوی در ریشه‌ها و انتقال آن به گیاه است. انجام آبیاری در زمان کشت نیز توانست میزان نیتروژن دانه را نسبت به شاهد به میزان ۷/۸ درصد افزایش دهد که نشان‌دهنده‌ی اهمیت وجود ذخیره رطوبت در خاک برای بهبود برقراری شرایط هم‌زیستی بین باکتری و گیاه می‌باشد (جدول ۳). به کارگیری مواد زیستی تأثیر معنی‌داری بر میزان نیتروژن دانه نداشت اما

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵ -مقایسه میانگین‌های تأثیر آبیاری تکمیلی و کاربرد مواد زیستی و اثرگذاری‌های متقابل آنها برمیزان نیتروژن و فسفر دانه عدس در دو سال ۱۳۹۰-۱۳۸۹

ویژگی ها				
		سال اول		سال دوم
سطوح آبیاری	سطوح کاربرد مواد زیستی	درصد نیتروژن دانه	درصد فسفر دانه	درصد نیتروژن دانه	درصد فسفر دانه
بدون آبیاری (A1)	-	۳/۷۹۲۲۲^{c}	۰/۲۷۷۷۲^{b}	۳/۸۴۳۵^{c}	۰/۲۷۱۳۴^{c}
یکبار آبیاری مرحله کشت (A2)	-	۴/۰۹۹۷۱^{b}	۰/۳۰۱۸۵^{c}	۳/۸۹۳۹^{b}	۰/۲۹۱۴۸^{b}
یکبار آبیاری مرحله گلدهی A3)	-	۴/۳۷۷۱۳^{a}	۰/۳۲۳۲۴^{a}	۴/۱۱۹۴^{a}	۰/۳۰۵۰۱^{a}
-	B1)بدون کاربرد مواد زیستی (	۳/۶۰۵۴^{a}	۰/۲۷۹۲۴^{a}	۳/۵۳۴۸^{ab}	۰/۲۷۴۱۱^{b}
-	B2)کاربرد جداگانه باکتریهای حل‌کننده‌ی فسفات (	۳/۸۰۳۵^{a}	۰/۳۰۲۷۵^{a}	۳/۶۴۰۵^{ab}	۰/۲۸۵۳۲^{b}
-	B3)کاربرد با هم باکتریهای حل‌کننده‌ی فسفات و قارچ میکوریز (	۳/۹۶۷۸^{a}	۰/۳۲۰۸۲^{a}	۳/۷۴۷۹^{a}	۰/۳۰۸۴۳^{a}
بدون آبیاری (A1)	بدون کاربرد مواد زیستی (B1)	۳/۸۷۷۹^{a}	۰/۲۶۲۳۹^{a}	۳/۷۸۸۶^{ab}	۰/۲۶۰۳۹^{ab}
	کاربرد جداگانه باکتریهای حل‌کننده‌ی فسفات (B2)	۴/۰۳۵۹^{a}	۰/۲۸۱۴۸^{a}	۳/۸۴۵۴^{a}	۰/۲۷۲۴^{a}
	B3)کاربرد با هم باکتریهای حل‌کننده‌ی فسفات و قارچ میکوریز (	۴/۳۸۵۴^{a}	۰/۲۸۹۳^{a}	۴/۰۹۲۸^{a}	۰/۲۸۱۲۶^{a}
یکبار آبیاری مرحله کشت (A2)	بدون کاربرد مواد زیستی (B1)	۴/۲۴۶۱^{b}	۰/۲۷۳۹۷^{b}	۳/۸۴۳۵^{ab}	۰/۲۷۱۹۶^{b}
	کاربرد جداگانه باکتریهای حل‌کننده‌ی فسفات (B2)	۴/۳۸۸۶^{ab}	۰/۳۰۳۹۴^{b}	۳/۸۹۳۹^{ab}	۰/۲۸۹۹۸^{ab}
	B3)کاربرد با هم باکتریهای حل‌کننده‌ی فسفات و قارچ میکوریز (	۴/۴۹۶۷^{a}	۰/۳۲۷۶۴^{a}	۴/۱۱۹۴^{a}	۰/۳۱۲۵۲^{a}
یکبار آبیاری مرحله گلدهی (A3)	بدون کاربرد مواد زیستی (B1)	۳/۶۰۵۴^{a}	۰/۳۰۱۳۷^{a}	۴/۲۰۷۲^{ab}	۰/۲۸۹۹۸^{ab}
	کاربرد جداگانه باکتریهای حل‌کننده‌ی فسفات (B2)	۳/۸۰۳۵^{ab}	۰/۳۲۲۸۴^{a}	۴/۱۹۵۷^{a}	۰/۲۹۳۵^{ab}
	B3)کاربرد با هم باکتریهای حل‌کننده‌ی فسفات و قارچ میکوریز (	۳/۹۶۷۸^{a}	۰/۳۴۵۵۲^{a}	۴/۵۱۷۵^{a}	۰/۳۳۱۵^{a}

Archive of SID

www.SID.ir

باعث افزایش میزان نیتروژن از ۳/۸ درصد در تیمار شاهد به ۴/۱۵ درصد در تیمار تلقیح مضاعف باکتری حل‌کننده‌ی فسفات و قارچ میکوریز شد. نکته جالب این که درسال اول این افزایش بیش از سال دوم بود که نشان-دهنده‌ی تأثیر مثبت میزان بارندگی در بهبود کارایی مواد زیستی است. در مقایسه بین دو سال آزمایش، نتایج نشان‌دهنده‌ی مقادیر بالاترِ نیتروژن دانه در سال اول (مرطوب‌تر) بود (جدول ۵). اثر متقابل بین آبیاری و کاربرد زیستی معنی‌دارنبود، اما نتایج مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن تیمارهای آزمایشی را در گروه‌های متفاوتی طبقه‌بندی کرد، به‌طوری‌که کمترین میزان نیتروژن دانه در تیمار بدون کاربرد آبیاری و مواد زیستی و بیشترین آن در تیمار آبیاری در مرحله گلدهی به همراه تلقیح مضاعف باکتریهای حل‌کننده‌ی فسفات و قارچ میکوریز به دست آمد (۲۶ درصد افزایش).

تغییرات میزان فسفر دانه با کاربرد آبیاری تکمیلی، روند همانندی با تغییرات میزان نیتروژن دانه نشان داد، به‌طوری‌که انجام آبیاری باعث افزایش ۱۴/۶ درصدی در میزان فسفر دانه شد (جدول ۳). با توجه به همبستگی بسیار بالای دیده شده بین میزان فسفر و نیتروژن دانه ($r=۰/۹۷^{**}$) می‌توان نتیجه گرفت در یک ارتباط مستقیم، عامل‌هایی که باعث بهبود شرایط تثبیت نیتروژن و جذب آن توسط گیاه می‌شوند باعث بهبود شرایط جذب فسفر از خاک نیز می‌شوند. در بررسی میزان تثبیت نیتروژن، تلقیح مضاعف باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات و ریزوبیوم‌ها نسبت به کاربرد جداگانه ریزوبیوم‌ها، باعث افزایش معنی-داری در میزان نیتروژن و فسفر دانه در عدس، باقلا و سویا شد (Badr and Moawad, 1988). کاربرد مواد زیستی نیز باعث افزایش معنی‌داری در میزان فسفر دانه شد اما نکته جالب این که در صورت بدون استفاده از قارچ میکوریز، میزان فسفر دانه ها تغییر معنی‌داری نشان نمی‌دهد به‌عبارتی کاربرد باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات حتی در شرایط آبیاری تکمیلی، قادر به بهبود جذب فسفات از خاک نمی‌شود که این نتیجه می‌تواند ناشی از فقر مواد آلی خاک بوده باشد، به عبارتی کمبود مواد آلی خاک می‌تواند باعث کاهش فعالیت و تأثیر باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات شود، در حالی که این حساسیت در مورد به کارگیری قارچ میکوریز کمتر دیده شد.

تجزیه همبستگی صفات فنوتیپی

بررسی روابط همبستگی چند صفت به طور هم‌زمان به ویژه از نظر تأثیر تغییرات بارندگی بین دو سال می‌تواند تفسیر بهتری را از تغییرات ارائه دهد. اگر سال اول آزمایش به عنوان سال عادی (نرمال) از نظر بارندگی و دما فرض شود، آن گاه سال دوم به‌دلیل کاهش بارندگی و گرم‌تر شدن هوا، می‌تواند بعنوان سال تنش در نظر گرفته شود. به منظور درک بهتر روابط همبستگی فنوتیپی، تجزیه به عامل‌های مستقل از یکدیگر که بتوانند تغییرات کلی صفات هم‌بسته با یکدیگر را توجیه‌کنند، اثر تنش خشکی در سال دوم را بهتر نشان می‌دهد. نتایج تجزیه به عامل‌ها به تفکیک سال در جدول‌های ۶ و ۷ نشان داده شده است.

در سال اول بر پایه مقادیر ویژه‌ی به‌دست آمده سه عامل توانستند ۹۳ درصد تغییرات را توضیح دهند، که البته سهم عامل اول ۷۲ درصد بود و دو عامل دیگر به ترتیب با ۱۲ و ۹ درصد دارای اهمیت کمتری بودند. بررسی عامل اول بعنوان مهم‌ترین عامل، نشان داد، همه‌ی صفات دیده شده در این آزمایش با علامت مثبت در تشکیل ضریب-های عامل شرکت کردند، ضمن این که طول شاخه‌های فرعی، طول دوره‌ی گلدهی، وزن صد دانه و ارتفاع گیاه به ترتیب با ضرایب ۰/۹۲۶، ۰/۹۲۵، ۰/۹۲۴ و ۰/۸۹۸ بیشترین مقادیر، و طول دوره رسیدگی و شمار دانه در غلاف به ترتیب با ضریب‌های ۰/۲۳ و ۰/۱۸،کمترین مقادیر را به خود اختصاص‌دادند (جدول ۱۱). اما در سال دوم (جدول ۹)، سه عامل اول در مجموع بیش از ۸۵ درصد تغییرات را توضیح دادند که سهم آنها به ترتیب ۵۶٪، ۱۸٪ و ۱۱٪ بود. بررسی عامل اول به‌عنوان مهم‌ترین عامل نشان داد، طول روزهای کاشت تا گلدهی، وزن صد دانه، ارتفاع گیاه و طول شاخه‌های رویشی با بیشترین ضریب‌ها به ترتیب به میزان ۰/۹۷، ۰/۹۶، ۰/۹۵ و ۰/۸۹ و طول دوره غلاف‌دهی تا رسیدگی با کمترین ضریب و به میزان ۰/۱۱۹ در تشکیل عامل شرکت دارند. همچنین بر خلاف سال اول صفت مصرف آب با علامت منفی در عامل حضور دارد. بنابراین در مجموع می‌توان نتیجه‌گیری کرد تنش خشکی بیشترین تأثیر خود را بر مهم‌ترین صفات همبسته و نیز طول شاخه‌های رویشی گذاشته و اهمیت دیگر صفات محفوظ مانده است و صفت کیفیت دانه در سال دوم به شدت کاهش ضریب داده است. نتایج همبستگی طول شاخه‌های رویشی با سایر صفات در سال

Archive of SID

www.SID.ir

اول و دوم نشان می‌دهد که در سال اول بیشترین میزان همبستگی عملکرد دانه، با طول شاخه‌های رویشی است به عبارتی با تأمین آب به نسبت مناسب، ضمن افزایش طول شاخه‌ها، عملکرد دانه نیز افزایش یافته است، اما در سال دوم، تنش خشکی باعث شده است که طول شاخه‌ها کمتر شده، به‌دلیل کاهش ساختار (فتوسنتری) گیاه، عملکرد نیز در مجموع کمتر شده است (جداول ۸ و ۱۰).

جدول ۶ - تجزیه به عامل‌ها برای صفات مختلف در عدس در سال ۱۳۸۹.

متغیر (صفت)	عامل (ماتریس ضرایب عاملی)			
	عامل ۱	عامل ۲	عامل ۳	عامل ۴
عملکرد دانه	۰/۶۹۶۳	۰/۴۴۳۲۴	۰/۵۶۰۷۹	۰/۰۳۳۴۳
بازده مصرف آب	۰/۴۹۵۷۶	۰/۲۹۸۵۹	۰/۳۱۰۴۲	-۰/۷۴۶۴۱
وزن صد دانه	۰/۹۲۵۶۸	۰/۲۶۲۲۲	۰/۲۳۵	-۰/۴۸۳۳
میزان فسفر دانه	۰/۶۷۹۳	۰/۴۶۰۵۵	۰/۴۶۷۴۲	۰/۱۸۴۹۲
عملکرد نیتروژن	۰/۷۱۷۹	۰/۴۴۰۷۵	۰/۵۱۶۸	۰/۰۸۷۴۷
میزان نیتروژن دانه	۰/۷۴۲۱۸	۰/۴۲۰۶۶	۰/۴۷۸۸۴	۰/۱۲۲۴۴
شمار کل روزهای رشد	۰/۷۸۸۴۸	۰/۵۴۸۸۴	۰/۲۴۶۳۵	-۰/۸۱۸۳
شمار روز غلاف دهی تا رسیدگی	۰/۲۳۰۸۹	۰/۸۸۹۹۸	۰/۳۵۳۵۶	۰/۱۱۶۸۵
شمار روز گلدهی تا غلاف دهی	۰/۳۰۱۹	۰/۹۰۸۷۹	۰/۲۳۴۶۲	۰/۰۵۶۹۵
شمار شاخه در بوته	۰/۸۴۸۸۴	۰/۱۶۳۵	۰/۲۴۶۷۱	۰/۳۶۲۴۳
شمار دانه در غلاف	۰/۴۴۹	۰/۴۴۱۰۲	۰/۷۵۷۶۳	-۰/۲۷۶
شمار غلاف	۰/۱۸۴۳	۰/۵۲۳۱۲	۰/۸۱۰۱۸	-۰/۹۱۱۳
طول شاخه در بوته	۰/۹۲۶۳۸	۰/۱۷۰۲۹	۰/۲۳۲۴۹	-۰/۱۸۰۳
ارتفاع گیاه	۰/۸۹۸۸	۰/۳۱۱۰۵	۰/۳۰۰۵۸	۰/۰۰۷۵۷
شمار روزهای کاشت تا گلدهی	۰/۹۲۵۷۶	۰/۲۶۳۶۲	۰/۱۶۶۵۴	-۰/۱۶۰۹۵
شاخص برداشت	۰/۴۲۳۶۹	۰/۸۰۳۰۱	-۰/۵۴۲	-۰/۴۰۷۹۸
میزان مصرف آب	۰/۴۱۶۵۱	۰/۲۷۳۵۵	۰/۳۸۷۵۹	۰/۷۷۲۶۷
عملکرد زیستی	۰/۴۹۴۵۵	-۰/۱۹۳۴۵	۰/۷۱۶۰۲	۰/۴۳۴۳۱

جدول ۷ - تجزیه به عامل ها برای صفات مختلف در عدس در سال ۱۳۹۰.

متغیر (صفت)	عامل (ماتریس ضرایب عاملی)			
	عامل ۱	عامل ۲	عامل ۳	عامل ۴
عملکرد دانه	۰/۱۰۹۸۸	۰/۴۴۴۳۸	۰/۶۹۴۵۴	۰/۵۲۱۱
بازده مصرف آب	۰/۱۸۲۰۸	۰/۲۵۹۰۹	۰/۸۷۹۲۴	-۰/۱۴۹۷۳
وزن صد دانه	۰/۹۶۹۱۱	۰/۱۰۶۲۳	۰/۱۹۹۹۴	۰/۰۸۰۰۶
میزان فسفر دانه	۰/۱۳۸۲۷	۰/۹۴۶۸۳	۰/۱۲۳۷۶	۰/۱۶۸۷۶
عملکرد نیتروژن	۰/۱۴۹۹۶	۰/۷۰۴۳۴	۰/۵۶۷۷۱	۰/۳۷۸۸۹
میزان نیتروژن دانه	۰/۱۶۵۵۷	۰/۹۲۰۰۳	۰/۲۹۱۹۱	۰/۱۷۰۸۸
شمار کل روزهای رشد	۰/۸۷۹۷۴	۰/۳۹۴۴۹	۰/۲۳۹۹۸	۰/۱۰۴۹۴
شمار روز غلاف دهی تا رسیدگی	۰/۱۱۹۹۷	۰/۸۷۵۳۴	۰/۲۸۷۹۵	۰/۳۴۱۸۸
شمار روز گلدهی تا غلاف دهی	۰/۲۰۰۲۹	۰/۹۴۴۱۹	۰/۲۱۰۵۶	۰/۰۵۰۲۹
شمار شاخه در بوته	۰/۵۱۶۱۴	-۰/۸۴۹۶	۰/۰۷۵۱۹	۰/۷۴۵۴۲
شمار دانه در غلاف	۰/۳۰۲۹۸	۰/۱۲۰۵۶	۰/۸۵۶۷۶	۰/۳۳۶۱۲
شمار غلاف	۰/۲۳۸۹۵	۰/۱۶۹۱۲	۰/۵۸۹۲۶	۰/۷۳۵۴۵
طول شاخه در بوته	۰/۸۹۶۴۷	۰/۱۴۴۶۹	۰/۰۵۱۲	۰/۴۰۰۹۶
ارتفاع گیاه	۰/۹۵۲۵۴	۰/۱۳۲۶۲	۰/۱۷۵۵۷	۰/۱۹۷۳۷
شمار روزهای کاشت تا گلدهی	۰/۹۷۶۹۲	۰/۰۹۰۰۶	۰/۱۷۵۱۸	۰/۰۲۵۶۸
شاخص برداشت	۰/۱۶۱۰۶	۰/۲۹۳۱	۰/۸۹۵۷۶	-۰/۹۲۴
میزان مصرف آب	-۰/۱۱۲۲	۰/۳۸۶۶۸	۰/۱۲۲۵۴	۰/۸۹۴۴۲
عملکرد زیستی	۰/۲۵۶۵۴	۰/۴۱۳۰۷	-۰/۱۱۷۱	۰/۷۸۲۴۹

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۸- ضریب‌های همبستگی ساده بین صفات فنوتیپی عدس در سال ۱۳۹۰.

	ویژگیها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
۱	عملکرد دانه	۱							
۲	شاخص برداشت	۰/۷۴۶*	۱						
۳	عملکرد زیستی	۰/۵۷۹*	۰/۰۷۰ns	۱					
۴	میزان مصرف آب	۰/۷۳۱*	۰/۲۴۳ns	۰/۸۵۳**	۱				
۵	بازده مصرف آب	۰/۷۱۳*	۰/۸۲۹**	۰/۲۳ns	۰/۰۴۶ns	۱			
۶	نیتروژن دانه	۰/۷۰۴*	۰/۵۴۸*	۰/۴۸۵*	۰/۵۳۴*	۰/۴۸۷*	۱		
۷	فسفر دانه	۰/۵۹۱*	۰/۴۱۰*	۰/۵۰۶*	۰/۵۳۵*	۰/۳۲۳ns	۰/۹۷۰**	۱	
۸	طول شاخه های رویشی	۰/۴۱۰*	۰/۲۲ns	۰/۶۱۵*	۰/۴۰۳*	۰/۱۹۹ns	۰/۳۶۲*	/۳۳۰**	۱

ns غیر معنی‌دار، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

جدول ۹- مقادیر ویژه، واریانس و درصد تجمعی مقادیر ویژه‌ی تجزیه به عامل‌های برخی صفات همبسته در عدس در سال ۱۳۹۰.

عامل	مقادیر ویژه ماتریس همبستگی	درصد مقادیر ویژه (میزان واریانس)	درصد تجمعی مقادیر ویژه
۱	۱۰/۰۳۲	۰/۵۵۷	۰/۵۵۷
۲	۳/۳۱۵	۰/۱۸۴	۰/۷۴۲
۳	۲/۱۲۱	۰/۱۱۸	۰/۸۵۹
۴	۱/۷۵۷	۰/۰۹۸	۰/۹۵۷
۵	۰/۳۴۹	۰/۰۱۹	0/976

ns غیر معنی‌دار، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

جدول ۱۰- ضریب‌های همبستگی ساده بین صفات فنوتیپی عدس در سال ۱۳۸۹.

	ویژگیها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
۱	عملکرد دانه	۱							
۲	شاخص برداشت	۰/۶۳۶*	۱						
۳	عملکرد زیستی	۰/۶۷۷*	۰/۰۰۶۳ns	۱					
۴	میزان مصرف آب	۰/۶۵۶*	۰/۰۸۱ns	۰/۷۶۵*	۱				
۵	بازده مصرف آب	۰/۶۲۶*	۰/۷۵۲*	۰/۰۹۲ns	۰/۱۷۲ns	۱			
۶	نیتروژن دانه	۰/۹۷۴**	۰/۶۰۶*	۰/۶۷۰*	۰/۷۰۶*	۰/۵۵۱*	۱		
۷	فسفر دانه	۰/۹۴۱**	۰/۵۸۴*	۰/۶۴۶*	۰/۷۳۳*	۰/۴۸۰*	۰/۹۸۵**	۱	
۸	طول شاخه های رویشی	۰/۸۴۴*	۰/۵۲۹*	۰/۵۷۸*	۰/۵۰۲*	۰/۵۹۳*	۰/۸۵۰**	۰/۷۹۶*	۱

ns غیر معنی‌دار، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

جدول ۱۱- مقادیر ویژه، واریانس و درصد تجمعی مقادیر ویژه‌ی تجزیه به عامل‌های برخی صفات همبسته درعدس در سال ۱۳۸۹.

عامل	مقادیر ویژه ماتریس همبستگی	درصد مقادیر ویژه (میزان واریانس)	درصد تجمعی مقادیر ویژه
۱	۱۳/۰۱	۰/۷۲	۰/۷۲
۲	۲/۱۵	۰/۱۲	۰/۸۴
۳	۱/۵۷	۰/۰۹	۰/۹۳
۴	۰/۸۴	۰/۰۵	۰/۹۸
۵	۰/۱۷	۰/۰۱	۰/۹۹

Archive of SID

www.SID.ir

همبستگی عملکرد دانه با صفات فنوتیپی

نتایج انجام همبستگی ساده بین صفات فنوتیپی عدس به تفکیک سال در جدول‌های ۸ و ۱۰ نشان‌داده شده است. همان‌گونه که دیده می‌شود در سال عادی، بین صفات کیفی دانه عدس و عملکرد دانه، همبستگی زیادی وجود داشته، همچنین در صفات مرتبط با ریخت شناسی (مورفولوژی)، ارتفاع گیاه، در صفات مرتبط با گذارشناسی (فنولوژی)، طول کل دوره رشد و در صفات مرتبط با اجزای عملکرد، شمار دانه در غلاف همبستگی مثبت و زیادی با عملکرد دانه نشان دادند به طوری‌که افزایش هر یک از آنها باعث عملکرد دانه شد (جدول ۶ و جدول ۱۰). در مقابل در سال تنش خشکی، میزان همبستگی ساده بین صفات فنوتیپی با عملکرد دانه نسبت به سال عادی در مجموع کمتر بود همچنین بیشترین میزان همبستگی با عملکرد دانه در شمار دانه در غلاف، و طول دوره غلاف دهی تا رسیدگی دیده شد و دیگر صفات دارای همبستگی کمتری بودند (جدول ۷ و جدول ۸) بنابراین، می‌توان گفت به هنگام تنش خشکی، تغییرات حاصله در شمار دانه در غلاف و نیز طول دوره غلاف‌دهی تا رسیدگی نقش زیادی در تغییرات عملکرد دانه داشته و گزینش تیمارهایی دارای اهمیت بیشتری هستند که بتوانند میزان این صفات را افزایش دهند. در ضمن، صفات کیفی دانه، نقش کمتری در همبستگی با عملکرد دانه داشتند و اگرچه در شرایط تنش خشکی، سهم روابط زیستی خاک در افزایش عملکرد کمتر بوده ولی کیفیت دانه کمتر تحت تأثیر خشکی کاهش یافته است.

نتیجه گیری

آبیاری تکمیلی اثرگذاری‌های بسیار مثبتی بر عملکرد دانه و عملکرد زیستی عدس داشت، همچنین این عمل باعث بهبود شاخص برداشت عدس شد. با توجه به اثر معنی‌دار آبیاری تکمیلی بر بازده مصرف آب دانه در عدس، می‌توان نتیجه گرفت که بارندگی در استان خراسان شمالی با میزان میانگین ۲۷۰ میلی‌متر در سال برای دستیابی به عملکرد مناسب دانه عدس کافی نبوده و در صورت امکان، اعمال آبیاری تکمیلی بسیار مؤثر و سودمند می‌باشد. به کارگیری باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات باعث کاهش بازده مصرف آب شد، ولی مصرف با هم باکتری و قارچ میکوریز باعث تعدیل آن شده است، در مجموع استفاده از مواد زیستی باعث بهبود بازده مصرف آب نسبت به شاهد نشد. بهبود بازده مصرف آب ناشی از مصرف قارچ میکوریز می‌تواند دلیلی بر افزایش مقاومت گیاه به تنش خشکی باشد، زیرا در تیمارهای به کارگیری قارچ میکوریز، آبِ حاصل از بارندگی یا آبیاری به میزان بیشتری به تولید دانه اختصاص یافته است. بین آبیاری تکمیلی و به کارگیری مواد زیستی اثر متقابلی دیده نشد، این حالت می‌تواند ناشی از تأثیر همانند عامل‌های آزمایشی بر صفات اندازه‌گیری‌شده باشد. نتایج این آزمایش نشان داد کاربرد مواد زیستی در شرایط دیم نتوانست باعث بهبود عملکرد عدس شود. در شرایط بروز تنش خشکی، مهم‌ترین صفات تعیین کننده عملکرد، شمار دانه در غلاف و نیز طول دوره غلاف‌دهی تا رسیدگی بودند بنابراین می‌بایستی عامل‌ها و تیمارهایی گزینش شوند که بتوانند دو صفت یادشده را افزایش دهند.

سپاسگزاری

بدینوسیله از مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان شمالی به‌خاطر امکاناتی که برای اجرای این تحقیق فراهم کردند صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

منابع

Anvar, B., 1993. Lentil: Planting and Breeding. ARREO Research Report. Iran.

Azcon, C. Gianinazzi-Pearson, V., Fardeau, J.C. and Gianinazzi, S.C., 1986. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and phosphate-solubilizing bacteria on growth and nutrition of soybean in a neutral-calcareus soil amended with 32P-45Ca-tricalcium phosphate. Plant and Soil. 96, 3–15.

Badr El-Din, S.M.S. and Moawad, H., 1988. Enhancement of nitrogen fixation in lentil, faba bean, and soybean by dual inoculation with Rhizobia and mycorrhizae. Plant and Soil. 108, 117-123.

Barea, J.M., Azcon-Aguilar, C., Azcon, R., 1997. Interactions between mycorrhizal fungi and rhizosphere microorganisms within the context of sustainable soil-plant systems. In: Gange, A.C. and Brown, V.K. (Eds.), Multitrophic Interactions in Terrestrial Systems. Blackwell Science, Oxford. pp. 65–77.

Brundrett, M., 1991. Mycorrhizas in natural ecosystem. Advances in Ecological Research. 21, 171–313.

Archive of SID

www.SID.ir

Cabello, M., Irrazabal, G., Bucsinszky, A.M., Saparrat, A., Schalamuck, S., 2005. Effect of an arbuscular mycorrhizal fungus, *G. mosseae* and a rock-phosphate-solubilizing fungus, *P. thomii* in Mentha piperitagrowth in a soilless medium. Journal of Basic Microbioly. 45,182-189.

Champawat, R.S., 1990. Response of chickpea (*Cicer arietinum*) to Rhizobium and vesicular arbuscular mycorrhiza dual inoculation. Ada Microbiologica Polonica. 39, 163-169.

Declerck, S., Plenchette, C. and Strullu, D.G., 1995. Mycorrhizal dependency of banana (*Musa acuminate* AAA group) cultivar. Plant and Soil. 176, 183–187.

Ibijbijen, J., Urquiaga, S., Ismaili, M., Alves, B.J.R. and Boodey, R.M., 1996. Effect of arbuscular mycorrhizas on uptake of nitrogen by *Brachiaria arrecta* and *Sorghum vulgare* from soils labelled for several years with 15N. New Phytologist. 133, 487–494.

Khan, M.S., Zaidi, A. and Wani, P.A., 2007. Role of phosphate-solubilizing microorganisms in sustainable agriculture: A review. Agronomy for Sustainable Agriculture. 27, 29-43.

Krishna, K.R. and Bagyaraj, D.J., 1984. Phenols in mycorrhizal roots of *Arachis hypogea*. Experimentia. 40, 85-86.

Lodwig, E.M., Hosie, A.H.F., Bourdès, A., Findlay, K., Allaway, D., Karunakaran, R., Downie, J.A. and Poole, P.S., 2003. Amino-acid cycling drives nitrogen fixation in the legume–Rhizobium symbiosis. Nature. 422, 722–726.

Oweis, T., Hachum, A. and Kijne, J., 1999. Water Harvesting and Supplemental Irrigation for Improved Water Use Efficiency in Dry Areas. ICARDA SWIM Report, Seri Lanka.

Oweis, T., Hachum, A. and Pala, M., 2004a. Water use efficiency of winter- sown chickpea under suppelemental irrigation in a mediterranean environment. Agricultural Water Management. 66,163-179.

Oweis, T., Hachum, A. and Pala, M., 2004b. Lentil production under supplemental irrigation in a Mediterranean environment. Agricultural Water Management. 68, 251–265.

Sadat Hosseini, F. and Nezami, A., 2011. Effects of supplemental irrigation on yield and yield component of Lentil (*Lens culinaris* Medik.). Science and Industrial Agriculture. 25, 625-633.

SAS, 1991. SAS user's guide: Statistics. SAS Inst., Cary, NC.

Sweeney, D.W. and Marr, C.W., 2005. Supplemental irrigation at reproductive growth stages to improve popcorn grown at different populations. Agronomy Journal. 97, 741-745.

Thomson, B.K., Siddique, M.D., Barra, J.M. and Wilson, L., 1997. Grain legume species in low rainfall Mediterranean-type environment. I. Phenology and seed yield. Field Crops Research. 54,173 – 187.

Turkmen, O., Demir, S., Sensoy, S. and Dursun, A., 2005. Effects of arbuscular mycorrhizal fungus and humic acid on the seedling development and nutrient content of pepper grown under saline soil conditions. International Journal of Biological Sciences. 5, 568–574.

Verma, L.N., 1993. Biofertiliser in agriculture. In: Thampan, P.K. (Eds.), Organics in Soil Health and Crop Production. Peekay Tree Crops Development Foundation Press, Cochin, India, pp. 152-183.

Zarei, M., 2006. Responses of lentil to co-inoculation with phosphate-solubilizing rhizobial strains and arbuscular mycorrhizal fungi. Journal of Plant Nutrition. 29, 809-825.

Zhang, H., Pala, M., Oweis, T. and Harris, H., 2000. Water use and water-use efficiency of chickpea and lentil in a Mediterranean environment. Australian Journal of Agricultural Research. 51(2), 295 – 304.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of supplemental irrigation and dual application of phosphate solubilization bacteria and arbascular mycorrhizae fungi on yield and water use efficiency of lentil (L*ens culinaris* Medik.) in rainfed conditions of North Khorasan

Amir Ghalavand,[1,*] Javad Tashakory Yazd[2] and Ali Mohammad Modares Sanavy[1]
[1]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture,Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
[2]Jahad e Agriculture Organization of North Khorasan Provienc, Bojnurd, Iran.

*Corresponding author: ghalavaa@modares.ac.ir

Abstract

There are many rainfall variations in dry lands so the application of a Supplemental Irrigation (SI) system may result in increased seed yield. Dry land pulses are grown without chemical fertilizers. Since the root of pulse has a nitrogen-fixation ability, improving the biological conditions and moisture content can increase seed yield. The effect of seed inoculation with phosphate-solubilizing-bacteria (PSB) and Arbascular Mycorrhizae fungi (AM) on yield and water use efficiency of lentil was examined under conditions of SI. This study was performed at the Rainfed Agricultural Research Station in Northern Khorasan over two years with four replications in a split plot design. Three levels of irrigation were applied as the main factor including: no irrigation, a single irrigation at planting and one at the flowering stage. The application of biological materials at three levels as sub factor was considered including: no use of biological materials, seed inoculation with PSB, and a mixture of PSB and AM. The results showed that SI had significant effect on some traits including seed yield, biological yield, harvest index (HI), evapotranspiration (ET), water use efficiency (WUE), and N and P seed content. Biological materials only caused a significant effect on ET, WUE and P seed content and no significant interaction was observed between these factors in the two years. Irrigation at flowering stage increased seed yield 20% more than irrigation at the planting stage. The use of biological materials in conjunction with irrigation had no effect on seed yield. Water use efficiency in rainfed conditions diminished with the use of PSB while using of mycorrhizal fungi was important, especially due to positive effects on water use efficiency and, throughout mycorrhizae, enhanced sustainability of plant production.

Keyword: Lentil, Supplemental irrigation, Mycorrhizae, Phosphate solubilizing bacteria.

Archive of SID

www.SID.ir