



نشریه زراعت

شماره ۱۰۳، تابستان ۱۳۹۳

(پژوهش و سازندگی)

بررسی تأثیر روش های مختلف کاربرد سولفات منیزیم بر میزان منیزیم و پروتئین کل دانه و شاخص های رشد عدس در شرایط اقلیمی خرم آباد

- محمد یعقوبی خانقاهی، دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه لرستان (نویسنده مسئول)
- خسرو عزیزی، استادیار و عضو هیأت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان
- سعید حیدری، مربی و عضو هیأت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان
- راحله رهام، دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه لرستان
- عادل نوروزیان، دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه لرستان

تاریخ دریافت: آبان ماه ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ماه ۱۳۹۱
تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۱۲۸۵۱۶۰

پست الکترونیک نویسنده مسئول: Yaghubis@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی تأثیر روش های مختلف کاربرد سولفات منیزیم و رقم بر میزان منیزیم و پروتئین کل دانه و شاخص های رشد عدس در شرایط اقلیمی خرم آباد، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان در سال زراعی ۱۳۸۶-۸۷ به اجرا درآمد. در این طرح عامل اول تیمار شاهد و پنج روش کاربرد کود (خاک کاربرد، محلول پاشی، آغشته نمودن بذر به کود، کاربرد توأم خاکی و محلول پاشی و روش توأم پرایمینگ بذر و محلول پاشی کود سولفات منیزیم) بود. عامل دوم رقم، در دو سطح شامل ارقام گچساران و Filip-92-12L بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عامل رقم بر تعداد روز تا گل دهی تأثیر معنی داری داشت ($P=0.1/0$)، ولی بر سایر صفات اثر معنی داری نداشت. همچنین طبق نتایج تجزیه واریانس، تأثیر روش های کاربرد کود بر میزان منیزیم دانه در سطح احتمال ۰/۱ و بر تعداد روز تا سبزشدن و میزان پروتئین دانه در سطح احتمال ۰/۵ معنی دار بود ولی بر تعداد روز تا گل دهی تأثیر معنی داری نداشت. اثرات متقابل بین رقم و روش های کاربرد کود بر هیچ یک از صفات اثر معنی داری نداشت اما طبق نتایج مقایسات میانگین تفاوت معنی داری برای تمام صفات مشاهده شد. در بین روش های کاربرد کود، کمترین تعداد روز تا گل دهی با روش خاک کاربرد به دست آمد. بیشترین میزان پروتئین دانه از تیمار کاربرد محلول پاشی و حداکثر میزان منیزیم دانه با روش خاک کاربرد+ محلول پاشی به دست آمد، همچنین کمترین تعداد روز تا سبزشدن با روش تلقیح بذر+ محلول پاشی به دست آمد. روش های محلول پاشی و خاک کاربرد+ محلول پاشی و رقم Filip-92-12L به ترتیب جهت دست یابی به حداکثر میزان پروتئین و منیزیم دانه، مناسب ترین تیمارها می باشند.

کلمات کلیدی: سولفات منیزیم، روش های کاربرد کود، میزان منیزیم دانه، میزان پروتئین کل دانه

Study the effect of different methods of magnesium sulfate application and cultivar on percentage of seed magnesium and crude protein and growth index in lentil (*Lens culinaris* Med.) at Khorramabad climatic condition

- By: M. yaghubi, (Corresponding Author; Tel: 09111285160), M.Sc. student of Lorestan University
- Kh. Azizi, Assistant Professor of Lorestan University
- S. Heydari, Scientific Staff of Lorestan University
- R. Roham, M.Sc. student of Lorestan University
- A. Norouziyan, M.Sc. student of Lorestan University

Received: October 2009

Accepted: May 2012

An experiment was conducted to study the effect of different methods of magnesium sulfate application and cultivar on percentage of seed magnesium, crude protein and growth index in lentil (*Lens culinaris* Med.) at Khorramabad climatic condition. This experiment was carried out in a factorial based on randomized complete block design with three replications at the agricultural collage of Lorestan University in 2008. different methods of magnesium sulfate application as the first factor (control treatment, to fertilize with method soil application, foliar application, seed inoculation with fertilizer, foliar+ soil application and foliar+ seed inoculation method) and cultivar as the next factor (Gachsaran variety and Filip-92-12L variety) were applied. The results of analysis of variation (by the Microsoft of MSTAT-C) showed that days to flowering ($P<0.01$), was significantly affected by variety factor. The variety didn't have any significant effect on other characteristics. Also the effect of different methods of magnesium sulfate application on days to flowering was non-significant, but percentage of seed magnesium ($P<0.01$), days to seed germination and percentage of seed crude protein ($P<0.05$) were significantly affected by different methods. Among the different method of fertilizer application, least days to flowering was obtained from fertilize with soil application method. The highest percentage of seed crude protein was obtained from foliar application. Also, the highest percentage of seed magnesium was obtained from foliar+ soil application treatment. The least days to seed germination was gotten with foliar+ seed inoculation method. Consequently, to fertilize with foliar+ soil application methods and Filip-92-12L variety was suggested to gain the high percentage of seed magnesium and crude protein.

Keywords: different methods of application, Lentil cultivar ,percentage of seed magnesium ,percentage of seed crude protein

مقدمه

حبوبات از مهم ترین منابع پروتئینی گیاهی در رژیم غذایی بسیاری از مردم کشورهای در حال توسعه می باشند. میزان پروتئین حبوبات در حدود دو برابر غلات بوده که پروتئین غلات را تکمیل نموده و بنابراین در نقاطی که غلات غذای اصلی را تشکیل می دهند، ارزش غذایی آن را افزایش می دهد (Mahmudi & Sabaghpur, 2005).

کشت حبوبات از دیرباز تاکنون در مناطق غرب و جنوب غربی کشور به خصوص در استان لرستان مرسوم بوده و برخی از این گیاهان مانند نخود و عدس به عنوان کشت آیش در زمین های دیم و تعداد دیگری مانند انواع لوبیا، سویا، ماش، عدس آبی و باقلا به عنوان کشت اصلی در زمین های آبی کشت می شود (Bagheri, Goldani, & Hasanzade, 1997). میانگین سرانه مصرف حبوبات در جهان حدود ۱۴ کیلوگرم و در برخی کشورهای جهان ۴۰ کیلوگرم می باشد. این مقدار در ایران حدود ۸/۷ کیلوگرم است که نشان دهنده مصرف کم این مواد، علی رغم ارزش تغذیه ای بالای آنهاست. تأمین حداقل نیازهای غذایی جامعه از اساسی ترین اهداف و وظایف جوامع در حال توسعه به شمار می رود و دست یابی به این امر خطیر زمانی میسر

می گردد که بتوان از منابع گیاهی موجود حداکثر استفاده را جهت تولید هر چه بیشتر نیازهای غذایی مورد نیاز جامعه به عمل آورد و ظرفیت های بالقوه موجود را به توانایی های عملی برای تولید بهینه تبدیل نمود (Hashemi, 2007).

منیزیم تنها عنصر فلزی موجود در کلروفیل می باشد که در مرکز آن قرار گرفته است، کمبود منیزیم باعث کاهش مقدار کلروفیل می شود و مشخص است که بدون وجود این ترکیب، زندگی گیاه دچار اختلال می شود. منیزیم در تعداد بیشماری آنزیم های گیاهی نقش فعال کننده دارد. این عنصر در متابولیسم مواد هیدروکربنه به خصوص در چرخه اسید سیتریک که در تنفس گیاه موثر است، دخالت دارد (Malakouti, 1999). همچنین منیزیم به عنوان انتقال دهنده فسفر به دانه در گیاهان عمل می کند و فعال کننده بسیاری از آنزیم ها از جمله دی هیدروژناز و دی کربوکسیلاز است (Malakouti & Homaei, 2004). منیزیم برای متابولیسم کلسیم، ویتامین C، فسفر و پتاسیم ضروری است. منیزیم در تبدیل قند خون به انرژی بسیار با اهمیت است و به عنوان ماده ضد استرس شناخته شده است. مصرف مناسب کودهای منیزیم دار در مزارع علوفه و سایر محصولات که با

سولفات منیزیم و رقم بر میزان منیزیم و پروتئین کل دانه و شاخص های رشد عدس، تحت شرایط کشت دیم مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۶ در زمینی به مساحت ۶۵۰ متر مربع، واقع در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان در شهرستان خرم آباد اجرا شد، این منطقه با ارتفاع ۱۱۲۵ متر از سطح دریا و با متوسط بلند مدت بارندگی سالیانه ۴۷۱/۵ میلی متر و متوسط بلند مدت دمای سالیانه ۱۷/۰۷ درجه سانتیگراد، بر اساس آمار بلند مدت هواشناسی دارای اقلیم نیمه خشک قرار دارد. آماده سازی بستر بذر شامل شخم، دیسک، تسطیح و مرز بندی و اضافه کردن کودهای پایه قبل از کاشت شامل ۵۰ کیلو گرم فسفر خالص و هم زمان با کشت ۳۰ کیلو گرم ازت خالص (N) در هکتار استفاده شد، صورت گرفت. میزان بذر با توجه به تراکم مناسب ۲۰۰ بوته در مترمربع و با قوه نامیه ۹۶ درصد، ۱۱۵ کیلو گرم در هکتار در نظر گرفته شد. همچنین قبل از کاشت نمونه مرکب از خاک مزرعه از عمق ۰-۶۰ سانتی متری برای بررسی و تعیین خصوصیات فیزیکیوشیمیایی آن به ویژه میزان منیزیم خاک مزرعه مورد آزمایش نمونه برداری گردید که نشان داد بافت خاک لوم رسی، و اسیدیته خاک هشت بوده و میزان منیزیم قابل جذب خاک، ۱۹ قسمت در میلیون می باشد. خاک هایی که کمتر از ۲۵ تا ۵۰ میلی گرم در کیلوگرم منیزیم قابل تبادل دارند، مبتلا به کمبود هستند (Bagheri, et al., 1997).

کمبود این عنصر مواجه هستند، می تواند ضمن افزایش محصول، بر تغذیه و سلامتی انسان و دام نیز موثر باشد (Malakouti, 1999). کمبود هر یک از عناصر غذایی رشد عدس را محدود و بازده اقتصادی را کم می کند (Marschner, 1995). هنگامی که جذب مواد غذایی از طریق ریشه محدود می شود، محلول پاشی برگی اعمال می گردد. ممکن است محدودیت جذب در نتیجه عوامل گیاهی یا خاکی باشد. بازده واحد مواد غذایی که به صورت محلول به روی گیاه پاشیده می شود، بیش از بازده مصرف همان مقدار از طریق خاک است (Malakouti & Homaei, 2004). محلول پاشی عناصری مثل بَر، منگنز، روی و منیزیم بر روی گیاه در شرایط خاک های ایران، به علت رفع سریع کمبود، آسان تر بودن اجرای آن، کاهش سمیت ناشی از تجمع این عناصر در خاک و جلوگیری از تثبیت، مناسب تر است (Malakouti & Tehrani, 2005). برای رفع سریع کمبود منیزیم می توان از روش محلول پاشی استفاده نمود (Malakouti, 1999 Salardini, 1995). یقیناً امروزه آنچه که در ارتباط با مصرف کود در برنامه تولید یک محصول زراعی مدنظر است، تفاوت فاحشی با برنامه های کوددهی گذشته که صرفاً شامل انواع محدودی از کودهایی به نام کود سفید و کود سیاه (کودهای ازته و فسفره) بود، دارد. در استان لرستان، عدس از لحاظ سطح زیر کشت بعد از نخود در رتبه دوم قرار گرفته و با توجه به مطالب فوق، ضرورت انجام مطالعه و تحقیق پیرامون مسائل و مشکلات مربوط به عدس بیش از پیش احساس می شود. بنابراین تصمیم گرفته شد تا با اجرای پژوهشی در خرم آباد، تأثیر روش های مختلف کاربرد

جدول ۱- نتایج آزمون خاک قبل از اجرای آزمایش در منطقه مورد آزمایش (غلظت عناصر بر حسب قسمت در میلیون)

نیترژن کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	درصد کربن آلی	منیزیم قابل جذب	اسیدیته	بافت خاک
۰/۰۸۵	۸/۲	۱۳۰	۰/۹۷	۱۹	۸	لوم رسی

آب در گیاه عدس (*Medik Lens Culinaris*)، مرحله گل دهی است، یک بار آبیاری تکمیلی در مرحله گل دهی صورت گرفت. یکی از ارقام مورد آزمایش رقم گچساران (ILL 6212) بوده از نظر مقاومت به آفات و امراض، مقاومت به ریزش، زودرسی، وزن هزاردانه، بازارپسندی، درشتی و سبزی دانه، کیفیت پخت و عملکرد از برترین ارقام اصلاح شده عدس به شمار می رود (Salehi, Hagh-Nazari., Shekari, & Balsini, 2007) و رقم دیگر رقم Filip-92-12L می باشد که با توجه به خصوصیات مناسب و بازار پسندی دانه، به عنوان بهترین رقم برای کاشت و توسعه در کشت بهاره مناطق سردسیر غرب کشور توصیه شد (Kanuni et al., 2005). بذور ارقام از سازمان جهاد کشاورزی استان لرستان تهیه گردید.

روش های کاربرد کود سولفات منیزیم

روش خاک کاربرد: میزان کود سولفات منیزیم برای روش خاک کاربرد، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد (Salardini, 1995). سولفات منیزیم معدنی که دارای حدود ۹/۴ درصد منیزیم می باشد در این طرح برای رفع کمبود منیزیم به کار رفت. در روش خاک کاربرد این مقدار کود، قبل از کاشت و در هنگام تهیه بستر بذر به همراه سایر کود های اصلی زیر خاک شد. روش محلول پاشی: در روش محلول پاشی همین مقدار کود با نسبت سه

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. در این طرح عامل اول پنج روش کاربرد کود بوده است که شامل خاک کاربرد، محلول پاشی، آغشته نمودن بذر با کود، کاربرد توأم خاکی و محلول پاشی و روش توأم آغشته کردن بذر و محلول پاشی کود سولفات منیزیم می باشد که با تیمار شاهد مورد مقایسه قرار گرفت. عامل دوم رقم، در دو سطح شامل ارقام گچساران (ILL 6212) و Filip-92-12L می باشد. هر کرت آزمایشی به طول سه متر و عرض ۱۷۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. بنابراین هر کرت با ردیف هایی با فاصله ۲۵ سانتی متر دارای شش خط کاشت بوده است که چهار خط میانی آن برای تعیین کلیه مراحل فنولوژی گیاه و صفات مختلف در نظر گرفته شد و دو خط کناری و همین طور ابتدا و انتهای خطوط به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. فاصله بین کرت ها ۱/۵ متر و فاصله بین بلوک نیز دو متر بود. بذور در تاریخ ۱۳۸۶/۱۲/۱۷ کشت گردیدند. عملیات داشت شامل کنترل علف های هرز، با توجه به نوع علف هرز به صورت کنترل با وجین دستی در مراحل اولیه رشد و مبارزه با آفات و بیماری ها، هر کدام به موقع و بر طبق روش ها و دستورالعمل های فنی در زراعت این محصول صورت گرفت. نوع کشت نیز به صورت دیم بوده و با توجه به میزان و پراکنش بارندگی و از آن جایی که مرحله بحرانی نیاز به

برآورد شد:

$$CGR = (\Delta W / \Delta T) (1/A)$$

$$RGR = (\ln W_2 - \ln W_1) / \Delta T$$

CGR: سرعت متوسط رشد محصول

 ΔW : اختلاف وزن خشک ثانویه و اولیه ($W_2 - W_1$) ΔT : فاصله زمانی دو نمونه برداری متوالی

A: سطح مورد نمونه برداری

RGR: سرعت متوسط رشد نسبی

سرعت اسیمیلاسیون خالص (NAR) عبارت است از مقدار مواد ساخته شده خالص (غالباً فتوسنتزی) در واحد زمان که از تقسیم سرعت رشد گیاه بر شاخص سطح برگ در هر ۱۰ روز یک بار محاسبه گردید.

$$[NAR = [(W_2 - W_1) / (T_2 - T_1)] \times [\ln LA_2 - \ln LA_1] / (LA_2 - LA_1)$$

سطح برگ نیز با استفاده از دستگاه اندازه گیری سطح برگ^۱ محاسبه گردید. محتوی پروتئین خام دانه عدس، با کاربرد روش برادفورد^۲ (Bradford, 1976) اندازه گیری شد و میزان منیزیم دانه نیز با روش طیف سنجی نوری جذب اتمی^۳ تعیین گردید. زمان برداشت نهایی در تاریخ ۸۷/۰۳/۲۰ بوده و آزمایشات کیفی در دانشگاه لرستان صورت پذیرفت. داده ها با استفاده از نرم افزار MSTAT تجزیه و تحلیل و میانگین صفات مورد بررسی توسط آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۰/۰۵ مقایسه گردیدند. نمودارها با نرم افزار Excel ترسیم شدند.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در آزمایش

تأثیر سولفات منیزیم و رقم بر میزان منیزیم و پروتئین کل دانه و شاخص های رشد عدس.

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	تعداد روز تا سبز شدن	تعداد روز تا گلدهی	پروتئین دانه	میزان منیزیم دانه
تکرار	۲	۵۳/۴۲۴	۰/۸۳۴	۱/۶۹۴	۰/۸۳۴	۵۳/۴۲۴
رقم (فاکتور A)	۱	۴۶/۹۲۲ ^{ns}	۰/۳۲۱ ^{ns}	۴۴۱/۰ ^{**}	۰/۳۲۱ ^{ns}	۴۶/۹۲۲ ^{ns}
روش های کوددهی (فاکتور B)	۵	۱۶۹/۷۸۵ ^{**}	۲/۲۵۹ [*]	۵/۲۴۴ ^{ns}	۲/۲۵۹ [*]	۱۶۹/۷۸۵ ^{**}
اثر متقابل A*B	۵	۱۰/۰۸ ^{ns}	۰/۳۳۴ ^{ns}	۳/۴۶۷ ^{ns}	۰/۳۳۴ ^{ns}	۱۰/۰۸ ^{ns}
خطا	۲۲	۱۶/۵۱۳	۰/۸۱۹	۴/۳۶۱	۰/۸۱۹	۱۶/۵۱۳
(C.V) %		۱۰/۰۵	۳/۴۳	۳/۱۷	۳/۴۳	۱۰/۰۵

علامت * و ** به ترتیب مبین معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ و ns غیر معنی دار بودن آماری را نشان می دهد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد که بین ارقام مورد مطالعه از نظر درصد پروتئین و منیزیم دانه و تعداد روز تا سبز شدن، اختلاف معنی داری وجود ندارد اما از نظر تعداد روز تا گل دهی اختلاف معنی داری در سطح یک درصد دیده می شود ($\alpha = 0/01$). همچنین بین روش های مختلف کاربرد کود نیز از نظر میزان منیزیم دانه در سطح یک درصد ($\alpha = 0/01$)، درصد پروتئین دانه و تعداد روز تا سبز شدن در سطح پنج درصد ($\alpha = 0/05$) اختلاف معنی داری دیده می شود (جدول ۲).

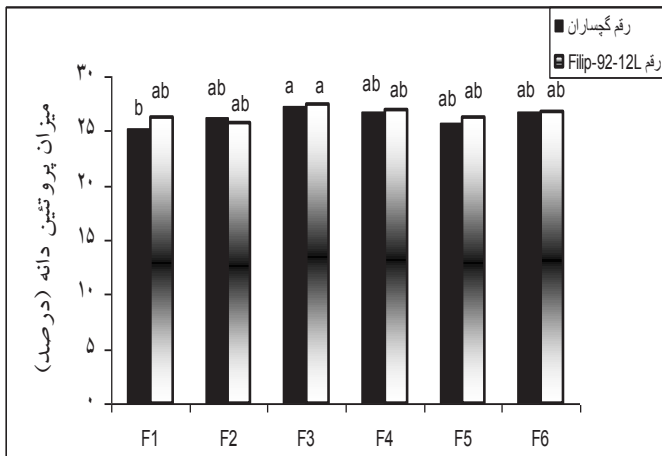
میزان منیزیم دانه

در بررسی اثرات متقابل روش های مختلف کاربرد کود سولفات منیزیم

مصرف کود ها به روش محلول پاشی اولویت دارد. در مرحله زایشی، در اثر رقابت برای جذب کربوهیدرات ها، بین اندام های زایشی (دانه) و ریشه ها، از فعالیت ریشه ها کاسته شده و در نتیجه جذب مواد غذایی کاهش می یابد. در این مرحله محلول پاشی عناصر غذایی این رقابت را کاهش می دهد (Malakouti & Tehrani, 2005).

درصد پروتئین دانه

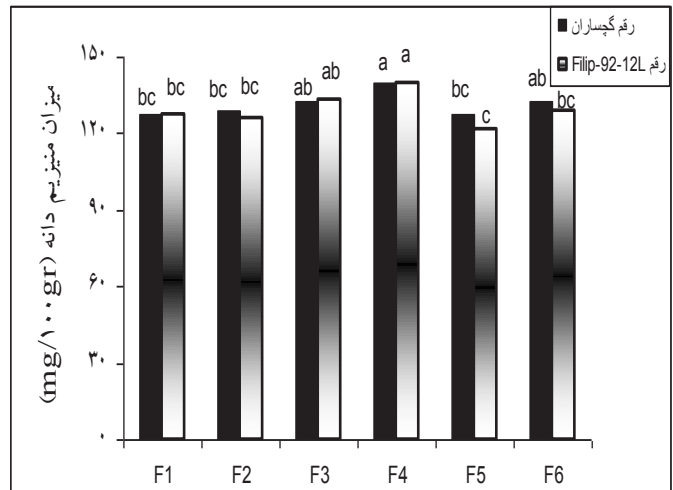
در بررسی مقایسه میانگین اثرات متقابل روش های مختلف کاربرد کود سولفات منیزیم و ارقام مورد مطالعه عدس از لحاظ درصد پروتئین دانه، نتایج نشان می دهد محلول پاشی در هر رقم نسبت به تیمار شاهد رقم گچساران، میزان پروتئین بیشتری داشت (شکل ۲).



F5	پرایمینگ بذر	F3	محلول پاشی	F1	شاهد
F6	پرایمینگ بذر + محلول پاشی	F4	خاک کاربرد + محلول پاشی	F2	خاک کاربرد

شکل ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل روش های مختلف کاربرد کود سولفات منیزیم و رقم بر درصد پروتئین دانه (دانکن $\alpha = 0.05$).

افزایش پروتئین دانه با کاربرد سولفات منیزیم در این آزمایش با نتایج Ghaderi, J., & Malakouti (2000) که گزارش کردند مصرف سولفات منیزیم به روش های مختلف، میزان پروتئین دانه گندم آبی و دیم را افزایش می دهد مشابهت دارد. اگرچه در آزمایش قادری، حداکثر میزان پروتئین دانه گندم دیم با روش خاک کاربرد + محلول پاشی به دست آمد و روش محلول پاشی بعد از آن قرار گرفت. ملکوتی و طهرانی (1384) نیز گزارش کردند که پرایمینگ بذر با سولفات منیزیم، موجب افزایش درصد پروتئین دانه می شود. در حالی که در تحقیق دیگری نشان داده شد که محلول پاشی منیزیم + کلسیم، میزان پروتئین دانه عدس را افزایش نداد (Hussain, Shah, & Nazir, 2002). افزایش پروتئین دانه می تواند به علت ایجاد عناصر معدنی از ترکیب $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ به وسیله میکروارگانسیم های خاک و افزایش تحرک و جذب منیزیم و گوگرد توسط گیاه که نقش مهمی در سنتز پروتئین دارند، باشد (Fajmilehin, Babayemi, & Fagbuaro, 2008). منیزیم در سنتز پروتئین نقش مهمی ایفا می کند. آزمایش های زیادی در مورد سنتز پروتئین انجام شده نشان داده است که منیزیم باعث تقویت اتصال اسیدهای آمینه به tRNA و جدا شدن زنجیره پلی پپتید از ریزوبیوم می شود. اغلب مقدار پروتئین در کمبود منیزیم کاهش می یابد. از این نتایج می توان دریافت که منیزیم در سنتز پروتئین



F5	پرایمینگ بذر	F3	محلول پاشی	F1	شاهد
F6	پرایمینگ بذر + محلول پاشی	F4	خاک کاربرد + محلول پاشی	F2	خاک کاربرد

شکل ۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل روش های مختلف کاربرد کود سولفات منیزیم و رقم بر میزان منیزیم دانه (دانکن $\alpha = 0.05$).

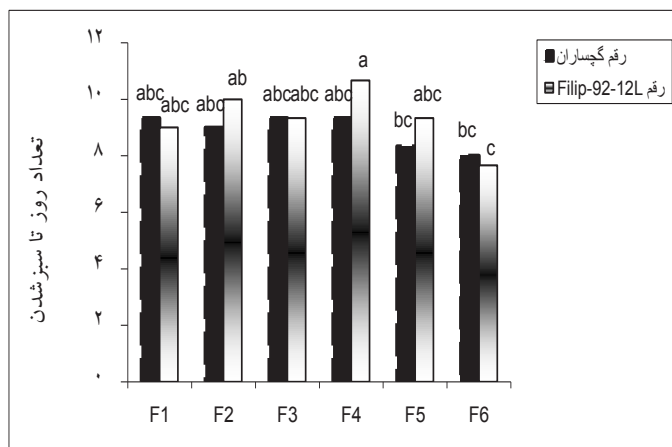
در صورتی که علاوه بر افزایش عملکرد، غلظت بالای منیزیم و عناصر کم مصرف در دانه مد نظر باشد که از نظر تأمین سلامتی برای انسان و دام بسیار حائز اهمیت می باشد، روش توأم خاک کاربرد و محلول پاشی مناسب ترین روش کاربرد کود خواهد بود (Ghaderi & Balali et al., 2001). (Malakouti, 2000). نظر به اینکه تیمار مصرف توأم خاک کاربرد و محلول پاشی از نظر غلظت منیزیم و درصد پروتئین با تیمار محلول پاشی در هر دو رقم در یک گروه آماری قرار دارند لذا به دلایل کاهش هزینه نهاده مصرفی و جلوگیری از قلیابیت خاک کاربرد خاکی توصیه نمی شود و در این آزمایش مصرف بصورت محلول پاشی به عنوان تیمار برتر می تواند معرفی شود. (Ghaderi, J., & Malakouti (2000) نشان داد غلظت منیزیم دانه گندم با کاربرد سولفات منیزیم افزایش یافت و حداکثر غلظت منیزیم دانه گندم دیم با روش های خاک کاربرد و خاک کاربرد + محلول پاشی به دست آمد. در حالی که Hussain و همکاران (2002) گزارش کردند که محلول پاشی منیزیم + کلسیم، غلظت منیزیم دانه عدس را افزایش نداد که با نتیجه ی محلول پاشی در این آزمایش تناقض دارد. محلول پاشی منیزیم بر روی گیاه در شرایط خاک های ایران، به علت رفع سریع کمبود آسان تر بودن اجرای آن، کاهش سمیت ناشی از تجمع این عنصر در خاک و جلوگیری از تثبیت، مناسب تر است. زمانی که گیاه دچار کمبود عنصری باشد، با محلول پاشی آن عنصر، جذب بیشتر و سریع تر است (Malakouti & Tehrani, 2005). یکی از عوامل مهم در کاهش عملکرد و کیفیت محصولات مناطق نیمه خشک و خشک، پایین بودن کارایی جذب عناصر غذایی از خاک است. در مناطق خشک و نیمه خشک به دلیل کاهش رطوبت در قسمت بالایی خاک در طول فصل رشد، ریشه های موجود در آن قسمت، خشک و یا عناصر غذایی به علت شستشو از دسترس گیاه خارج می گردد. این مسأله در مزارع دیم خیلی مهم تر و بارز تر است، بنابراین برای افزایش عملکرد و کیفیت محصولات در مناطق خشک و نیمه خشک،

سولفات منیزیم جهت افزایش سطوح منیزیم در گیاه تا یک حد مناسب برای رشد مطلوب و همچنین تأثیر کود بر میکرو ارگانیزم های خاک باشد (Fajemilehin, et al., 2008). تأثیر بیشتر تیمار خاک کاربرد بر عملکرد دانه در مقایسه با روش محلول پاشی، ممکن است به این علت باشد که محلول پاشی برای تغذیه گیاه کافی نیست زیرا سطح برگ ها ناچیز می باشد و همچنین جذب از برگ ها، بیشتر از قسمت زیر برگ انجام می گیرد و روزه ها بیشتر در سطح زیرین برگ ها قرار دارند (Malakouti & Homaei, 2004). اگرچه محلول پاشی بر روی برگ و اندام های گیاهی، امروزه کاربردی فراگیر یافته است و در صورت بروز کمبود عنصر در گیاه، این مشکل با محلول پاشی سریعاً قابل برطرف کردن است، اما جذب مواد غذایی به صورت یون از برگ ها محدود است، لیکن گیاهان نمی توانند تمام نیاز خود را منحصراً از این راه برطرف نمایند. بنابراین محلول پاشی می تواند به عنوان مکمل روش خاک کاربرد به کار رود، اگرچه بازده واحد مواد غذایی که به صورت محلول به روی گیاه پاشیده می شود، بیش از بازده مصرف همان مقدار از طریق خاک است (Malakouti, 1999).

تعداد روز تا سبز شدن

در بررسی مقایسه میانگین اثرات متقابل روش های مختلف کاربرد کود سولفات منیزیم و ارقام مورد مطالعه عدس از لحاظ تعداد روز تا سبز شدن، نتایج نشان می دهد که بیشترین تعداد روز تا سبز شدن مربوط به تیمار خاک کاربرد+ محلول پاشی رقم Filip-92-12L می باشد، اگرچه با تیمار شاهد در هر دو رقم اختلاف معنی داری نشان نداد. کمترین تعداد روز تا سبز شدن از تیمار پرایمینگ بذر+ محلول پاشی رقم Filip-92-12L حاصل شد (شکل ۴).

در این آزمایش پرایمینگ بذر با کود سولفات منیزیم موجب تسریع سبز شدن و جوانه زنی بذر گردید. ملکوتی و طهرانی (۱۳۸۴) و ملکوتی (۱۳۸۰) نیز اظهار داشتند که پرایمینگ بذر با سولفات منیزیم، ضمن تأمین بخشی از منیزیم گیاه، جوانه زنی بذر را تسریع می کند. ضمن این که در تحقیق دیگری



F5	پرایمینگ بذر	F3	محلول پاشی	F1	شاهد
F6	پرایمینگ بذر+ محلول پاشی	F4	خاک کاربرد+ محلول پاشی	F2	خاک کاربرد

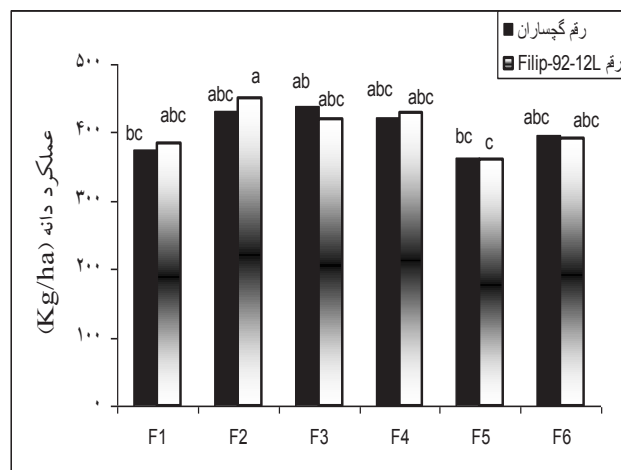
شکل ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل روش های مختلف کاربرد

کود سولفات منیزیم و رقم بر تعداد روز تا سبز شدن (دانکن $\alpha = 0.05$).

تأثیر مثبت داشته و فقدان آن باعث تضعیف سنتزهای آنزیمی می شود (Malakouti & Homaei, 2004). لازم به ذکر است که محتوی پروتئین دانه تحت تأثیر شرایط محیطی نظیر بارندگی، شدت نور، طول روز، طول فصل رشد، درجه حرارت و همچنین فاکتورهای زراعی نظیر تراکم کشت، علف های هرز و حاصلخیزی خاک قرار می گیرد (Wang & Duan, 2006). مطابق نتایج به دست آمده گیاه عدس به مصرف کود سولفات منیزیم پاسخ مثبت نشان می دهد و عنصر منیزیم، اثر خود را در افزایش درصد پروتئین دانه نمایان می سازد. لذا در صورتی که علاوه بر افزایش عملکرد، درصد بالای پروتئین دانه مد نظر باشد، مصرف کودهای محتوی منیزیم در خاک های این منطقه مفید است. طبق نتایج به دست آمده در این تحقیق، ارقام گچساران و Filip-92-12L تفاوت چندانی در میزان پروتئین و منیزیم دانه در شرایط دیم نداشتند. در بین روش های کاربرد کود نیز بیشترین میزان پروتئین دانه با روش محلول پاشی حاصل شد که اختلاف معنی داری با روش های خاک کاربرد+ محلول پاشی و پرایمینگ بذر+ محلول پاشی ندارد (دانکن $\alpha = 0.05$).

عملکرد دانه

نتایج نشان داد که تیمار خاک کاربرد رقم Filip-92-12L با عملکرد دانه معادل ۴۵۰/۹ کیلوگرم در هکتار، اختلاف معنی داری با تیمار تلقیح بذر هر دو رقم و تیمار شاهد رقم گچساران دارد (شکل ۳).



F5	پرایمینگ بذر	F3	محلول پاشی	F1	شاهد
F6	پرایمینگ بذر+ محلول پاشی	F4	خاک کاربرد+ محلول پاشی	F2	خاک کاربرد

شکل ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل روش های مختلف کاربرد کود سولفات منیزیم و رقم بر عملکرد دانه (دانکن $\alpha = 0.05$).

Sreemannarayana و همکاران (۱۹۹۸) با بررسی عناصر غذایی در آفتابگردان گزارش کرد منیزیم جذب ازت را افزایش داده و بدین ترتیب عملکرد را بالا می برد. قادری و ملکوتی (۱۳۷۹) گزارش کردند که برای افزایش عملکرد دانه گندم، مصرف به صورت خاک کاربرد موثرترین و اقتصادی ترین روش است. بلالی و همکاران (۱۳۸۰) نیز نشان دادند که اگر هدف از کود دهی افزایش عملکرد دانه باشد، کاربرد خاکی سولفات منیزیم مناسب ترین روش است. علت افزایش عملکرد دانه می تواند قابلیت کود

شاخص سطح برگ

رابطه مستقیمی بین غلظت منیزیم درون بافت های گیاهی و میزان سنتز کلروفیل وجود دارد. توسعه سطح برگ تحت تأثیر چندین عامل محیطی و شرایط تغذیه ای گیاه است (Mengel & Hughes & Henson, 1975). توسعه سطح برگ به سطوح منیزیم کاربردی وابسته است و کود سولفات منیزیم موجب افزایش سطح برگ می گردد (De Oliveira, 1978). مقایسه منحنی های شاخص سطح برگ (LAI) در ارقام مورد مطالعه عدس نشان داد که هر دو رقم گچساران و Filip-92-12L دارای روند مشابهی در تولید سطح سبزینه و توسعه سطح برگ بودند. هر چند رقم Filip-92-12L در مقایسه با رقم گچساران توانست سطح برگ بیشتری تولید کند که افزایش در شاخص سطح برگ سبب افزایش در فتوسنتز می شود و در نتیجه عملکرد ماده خشک و دانه نیز بیشتر خواهد بود (شکل ۶).

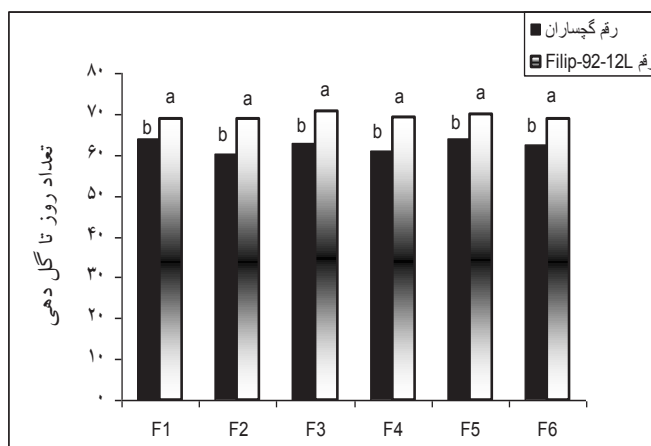
بالاترین میزان شاخص سطح برگ در فاصله ۶۵-۷۵ روز پس از کاشت مشاهده شد، اگرچه مرحله گل دهی در رقم گچساران معادل ۷ روز زودتر از رقم Filip-92-12L شروع شد. شاخص سطح برگ در هنگام پر شدن دانه ها و غلاف ها کاهش می یابد. یافته های این آزمایش نشان داد که تیمار محلول پاشی بیشترین تأثیر و تیمار های شاهد و پرایمینگ بذر کمترین تأثیر را بر توسعه سطح برگ دارند (شکل ۶).

از آنجائی که با کاربرد سولفات منیزیم گره بندی در حیوانات بیشتر شده، تثبیت و جذب نیتروژن توسط ریشه را افزایش داده و در واقع کارایی نیتروژن را بالا می برد (Huang, Grunes, Choudhury & Khanif, 2001; Sreemannarayana, Mrinalini, & Ram, 1998; Welch., 1990; Walker, Gamies, & Parker, 1989). در نتیجه با افزایش ارتفاع گیاه و توسعه بافت سبزینه ای، شاخص سطح برگ در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت و در ۶۵ روز پس از کاشت به بالاترین میزان ($LAI > 3$) رسید.

نشان داده شد که کاربرد سولفات منیزیم به همراه آب آبیاری (حداکثر پنج گرم کود محلول در یک لیتر آب) موجب تسریع جوانه زنی بذور یونجه گردید (Abid, Haddad, & Ferchichi, 2008)

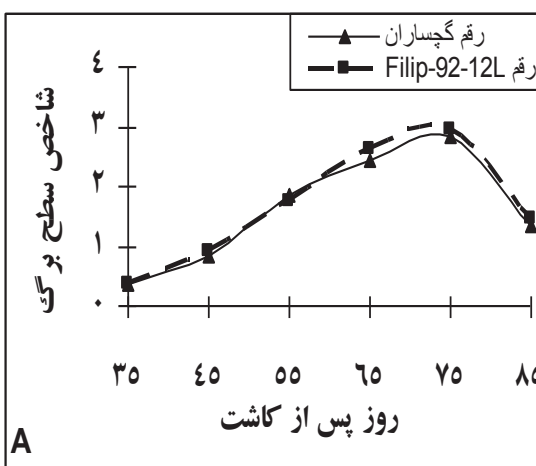
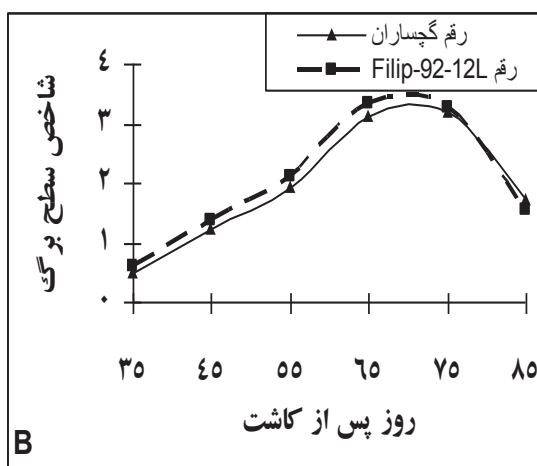
تعداد روز تا گل دهی

در بررسی مقایسه میانگین اثرات متقابل روش های مختلف کاربرد کود سولفات منیزیم و ارقام مورد مطالعه عدس از لحاظ تعداد روز تا گل دهی، نتایج نشان داد که همه ی تیمارهای مربوط به یک رقم در یک گروه قرار گرفتند و برتری معنی داری نسبت به یکدیگر نداشتند. همه ی تیمارهای کاربرد کود در رقم Filip-92-12L اختلاف معنی داری با تیمارهای کاربرد کود رقم گچساران داشتند (شکل ۵).



F5	پرایمینگ بذر	F3	محلول پاشی	F1	شاهد
F6	پرایمینگ بذر + محلول پاشی	F4	خاک کاربرد + محلول پاشی	F2	خاک کاربرد

شکل ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل روش های مختلف کاربرد کود سولفات منیزیم و رقم بر تعداد روز تا گل دهی (دانکن $\alpha = 0.05$). میانگین تعداد روز تا ۵۰ درصد گل دهی مزرعه در رقم گچساران، ۶۲ روز و در رقم Filip-92-12L ۶۹ روز بود.



شکل ۶- شاخص سطح برگ در تیمار شاهد (A) و تیمار کاربرد محلول پاشی کود (B) در آزمایش تأثیر روش های مختلف کاربرد کود سولفات منیزیم و رقم بر میزان منیزیم و پروتئین کل دانه و شاخص های رشد عدس.

کود سولفات منیزیم موجب افزایش چشمگیر میزان ماده خشک تولیدی در طی دوره رشد گردید که علت آن می تواند افزایش در عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، ارتفاع بوته و توسعه بافت سبزینه ای با کاربرد کود سولفات منیزیم باشد. به نظر می رسد سولفات منیزیم باعث تولید سطوح فتو سنتز کننده و برگ ها می شود و با افزایش وزن خشک برگ ها بر میزان فتو سنتز گیاه و در نهایت عملکرد گیاه افزوده می شود. یافته های این آزمایش روش خاک کاربرد+ محلول پاشی بیشترین تأثیر را بر تولید ماده خشک دارد (شکل ۷).

سرعت رشد محصول (CGR)

روند کلی تغییرات سرعت رشد محصول با مصرف کود سولفات منیزیم و روش های کاربرد آن مشابه روند معمول در سایر گیاهان زراعی بود (یعنی ابتدا یک روند افزایشی و رسیدن از صفر به یک ماکزیمم و سپس در پیش گرفتن یک روند کاهشی تا رسیدن دوباره به صفر). ملاحظه می شود که سرعت رشد محصول در مراحل اولیه رشد، به دلیل کافی نبودن پوشش گیاهی، کوتاه بودن روزها و درصد کم جذب نور روند کندی دارد و سپس همراه با افزایش شاخص سطح برگ به سرعت افزایش می یابد. از

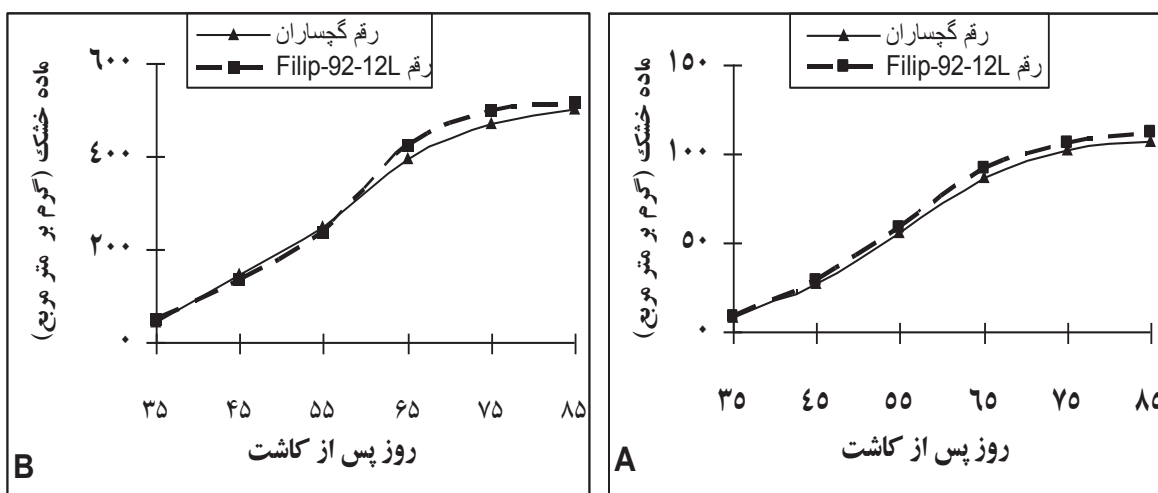
تولید ماده خشک در طی دوره رشد

بالا بودن عملکرد مشروط به تولید ماده خشک زیاد در واحد سطح می باشد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که روند تجمع ماده خشک در طول دوره رشد در مراحل مختلف متفاوت است:

مرحله اول) مرحله رشد آهسته که چون گیاه هنوز در حال رشد است شاخ و برگ چندانای ایجاد نمی شود، لذا ماده خشک تولیدی کم است. این مرحله تا ۳۵ روز پس از کشت ادامه یافت (شکل ۷).

مرحله دوم) مرحله رشد سریع است که به سبب فتو سنتز برگ ها و ماده سازی، وزن خشک گیاه افزایش می یابد. روند تولید ماده خشک در طی دوره رشد نشان می دهد که این مرحله از ۳۵ روز پس از کشت شروع شده و تا ۴۰ روز بعد از آن ادامه یافت.

مرحله سوم) در این مرحله همزمان با انتقال مواد از اندام ها به دانه ها، به علت ریزش برگ ها در اثر سایه اندازی، پیری و عدم توانایی کافی جهت فتوسنتز و ماده سازی، تجمع ماده خشک در گیاه ثابت شده و حتی کاهش می یابد (Koochaki & Sarmadnia, 2009). منحنی تولید ماده خشک طی دوره رشد نشان می دهد که این مرحله از ۷۵ روز پس از کاشت شروع شد (شکل ۷).



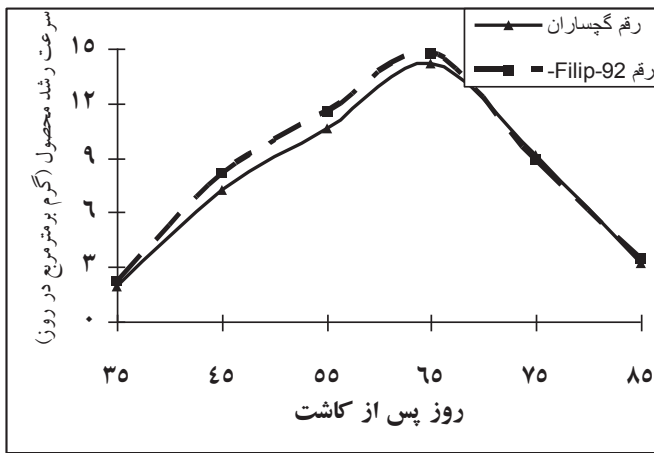
شکل ۷- روند تولید ماده خشک در طی دوره رشد در تیمار شاهد (A) و تیمار خاک کاربرد+ محلول پاشی (B) در آزمایش تأثیر روش های مختلف کاربرد کود سولفات منیزیم و رقم بر میزان منیزیم و پروتئین کل دانه و شاخص های رشد عدس.

سرعت رشد با مقدار عددی $12/57$ گرم بر متر مربع در روز، در ۶۵ روز پس از کاشت به دست آمده است، که در مقایسه با رقم Filip-92-12L با مقدار $11/93$ گرم بر متر مربع در روز، که در ۶۵ روز پس از کاشت، حداکثر سرعت رشد به دست آمد، برتری داشت. با کاربرد کود سولفات منیزیم، مقدار عددی سرعت رشد محصول نیز به علت افزایش ماده خشک، افزایش یافت. مطابق انتظار، به علت افزایش بیشتر ماده خشک با تیمار خاک کاربرد+ محلول پاشی، حداکثر مقدار عددی سرعت رشد محصول با این تیمار حاصل شد. حداکثر سرعت رشد محصول به میزان $14/68$ گرم بر متر مربع در روز با تیمار خاک کاربرد+ محلول پاشی رقم Filip-92-12L و در ۶۵ روز پس از کاشت به دست آمد (شکل ۹).

بر اساس یافته های این تحقیق، مرحله گلدهی (فاصله ۵۵ تا ۶۵ روز پس

آنجائی که CGR تابع مستقیم LAI و NAR است، بنابراین افزایش LAI موجب افزایش CGR در ابتدای رشد می شود، زیرا با افزایش LAI دریافت نور و فتو سنتز بیشتر می شود (Niari Khamssi, Rahimzadeh Khoei, Naishabori, Javanshir, & Vahed, 2007). در هر دو رقم مورد مطالعه، مقدار سرعت رشد محصول در فاصله بین ۷۵-۶۵ روز پس از کاشت به حداکثر رسیده است. در این زمان گیاه حداکثر شاخص سطح برگ را نیز دارا بوده است. با رسیدن گیاه به حد نهایی رشد در اثر سایه اندازی اندام های فوقانی بر روی برگ ها، کاهش قدرت فتوسنتزی گیاه، پیری و ریزش برگ ها، سرعت رشد محصول شدیداً کاهش یافته است (Koochaki & Sarmadnia, 2009).

با توجه به شکل (۸) مشاهده می شود که در رقم گچساران حداکثر

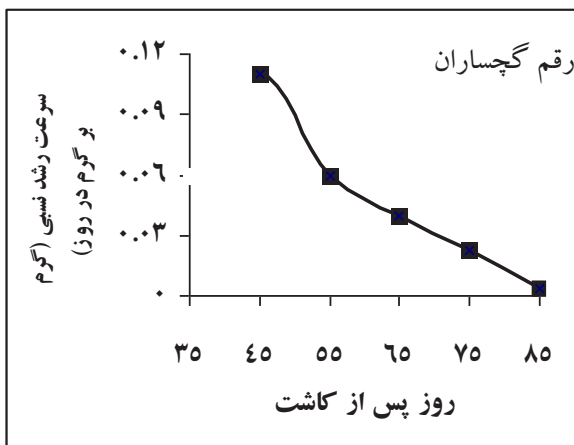
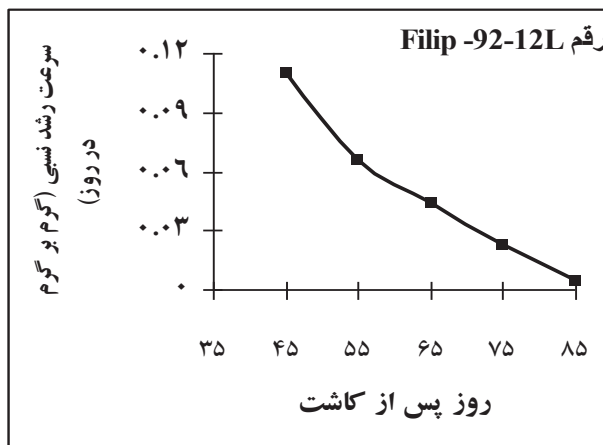


شکل ۹- سرعت رشد محصول (CGR) در تیمار خاک کاربرد+ محلول پاشی در آزمایش تأثیر روش های مختلف کاربرد کود سولفات منیزیم و رقم بر میزان منیزیم و پروتئین کل دانه و شاخص های رشد عدس.

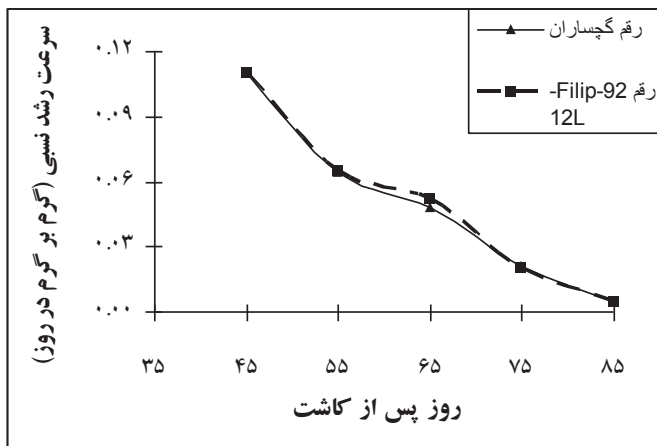
از کاشت) به دلیل سرعت رشد بیشتر، از حساسیت بیشتری برخوردار بوده و لذا جهت دستیابی به محصول بهتر و بیشتر بایستی در این مرحله به فعالیت های به زراعی به ویژه تأمین کافی مواد غذایی توجه بیشتری گردد.

سرعت رشد نسبی (RGR)

روند سرعت رشد نسبی در طی فصل رشد کاهش می یابد. در مراحل اولیه رشد به دلیل اینکه اکثر بافت های گیاه فتوسنتز کننده هستند، سرعت رشد نسبی بالا است، ولی با گذشت زمان و اضافه شدن بافت های ساختمانی که نقشی در تولید ندارند و همچنین به علت کاهش فتوسنتز خالص (NAR) و پیر شدن برگ ها، RGR کاهش می یابد. همان گونه که در شکل (۱۰) دیده می شود با گذشت زمان سرعت رشد نسبی در ارقام گجساران و Filip-92-12L کاهش یافته و حتی در انتهای فصل رشد در رقم گجساران به ۰/۰۰۴ و رقم Filip-92-12L به ۰/۰۰۵ کاهش یافته است.



شکل ۱۰- سرعت رشد نسبی (RGR) در ارقام گجساران و Filip-92-12L در آزمایش تأثیر روش های مختلف کاربرد کود سولفات منیزیم و رقم بر میزان منیزیم و پروتئین کل دانه و شاخص های رشد عدس.



شکل ۱۱- سرعت رشد محصول در تیمار خاک کاربرد+ محلول پاشی در آزمایش تأثیر روش های مختلف کاربرد کود سولفات منیزیم و رقم بر میزان منیزیم و پروتئین کل دانه و شاخص های رشد عدس.

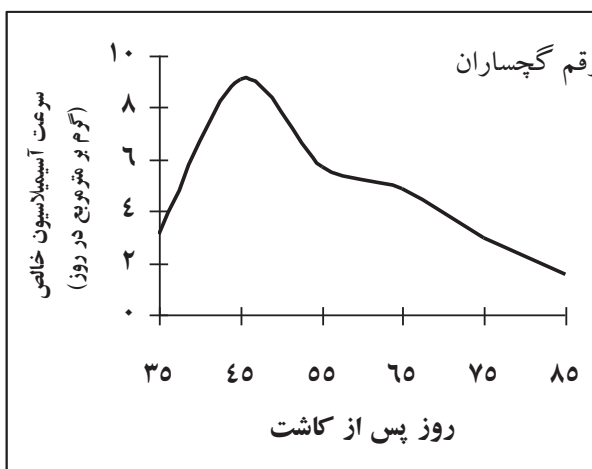
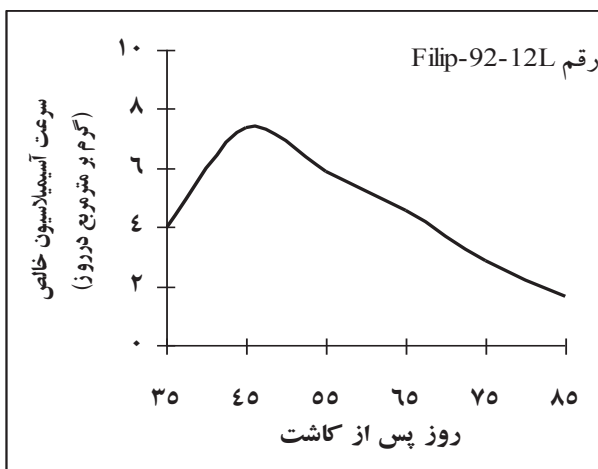
دلیل این کاهش، ریزش شدید برگ ها در انتهای فصل رشد و زمان رسیدگی گیاه می باشد. از طرفی کاهش شدیدتر سرعت رشد نسبی در اوایل فصل رشد نسبت به اواخر آن به دلیل قرار گرفتن برگ های پایینی در سایه می باشد. با افزایش سن گیاه RGR کاهش پیدا می کند. این کاهش به آن دلیل است که قسمت های اضافه شده به گیاه، بافت های ساختمانی هستند و بافت های فعال متابولیکی نیستند، به عبارت دیگر هیچ سهمی در رشد ندارند. در RGR در کلیه سطوح ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت. دلیل افزایش مقدماتی در RGR به این دلیل است که در مراحل اولیه رشد که تعداد و سطح برگ ها برای دریافت کامل تشعشع خورشید کافی نیست، افزایش در مقدار LAI تا حدی سبب افزایش در سرعت رشد نسبی گیاه می شود و از آن پس هر گونه افزایش در LAI نقشی در افزایش RGR نداشته و بر عکس سبب کاهش آن خواهد شد (Koochaki & Sarmadnia, 2009).

گذشت زمان، روند کاهشی نشان می دهد. در هر دو رقم و در همه ی تیمارهای کاربرد کود، حداکثر NAR در فاصله ۴۵ روز پس از کشت مشاهده شد. از آنجائی که NAR تابع مستقیم CGR است بنابراین با توجه به این که بالاترین میزان CGR از تیمار خاک کاربرد+ محلول پاشی حاصل شد، می توان انتظار داشت که حداکثر NAR نیز از همین تیمار به دست آید (شکل ۱۳).

مقدار NAR در ابتدای فصل رشد زیاد و سپس سیر نزولی آن شروع می شود. از جمله علل کاهش در NAR در اواخر دوره رشد، سایه اندازی برگ ها بر روی هم، بالا رفتن میانگین سن برگ ها و در نتیجه کاهش در راندمان فتو سنتزی برگ ها می باشد. هر قدر کود تاثیر بیشتری بر رشد داشته باشد NAR افت بیشتری پیدا می کند، چون سبب سایه اندازی برگ ها می شود. NAR وقتی به نقطه اوج رسید، سریعاً کاهش می یابد (Koochaki & Sarmadnia, 2009)

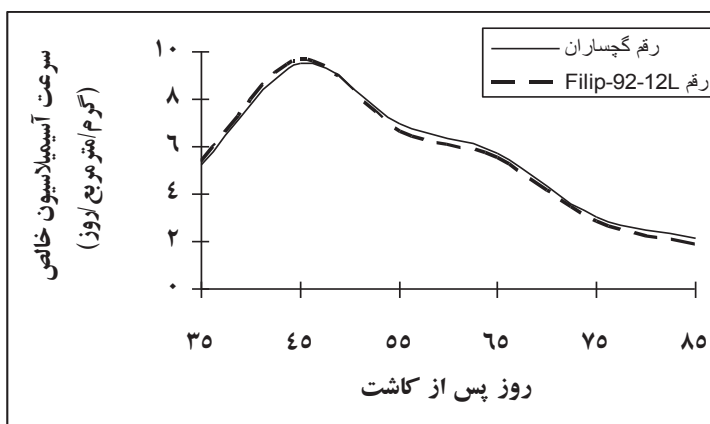
ریزش برگ ها در رقم Filip-92-12L دیر تر صورت گرفته است، بنابراین طول دوره رشد طولانی تر، شاخص سطح برگ اندکی بیشتر و تجمع مواد غذایی در دانه نیز بیشتر بوده است و در نتیجه عملکرد دانه نیز نسبت به رقم گچساران به طور غیر معنی داری بیشتر شده است. کاربرد سولفات منیزیم و روش های مختلف کاربرد آن علی رغم افزایش ماده خشک تولیدی، سطح برگ و ارتفاع بوته، سبب افزایش چندانی در میزان RGR نگردید. تیمار خاک کاربرد+ محلول پاشی که باعث افزایش قابل توجه تولید ماده خشک شده بود، RGR را به میزان ناچیزی افزایش داد (شکل ۱۱).

چنانچه در شکل (۱۲) مشاهده می شود، در اوایل رشد بوته ها، سرعت جذب خالص به دلیل آن که تمام سطح برگ در معرض نور خورشید بوده و فعالانه فتو سنتز می کنند، در حد اکثر مقدار خود بوده و به تدریج با



شکل ۱۲- سرعت آسیمیلسیون خالص در ارقام گچساران و Filip-92-12L

در آزمایش تاثیر روش های مختلف کاربرد کود سولفات منیزیم و رقم بر میزان منیزیم و پروتئین کل دانه و شاخص های رشد عدس.



شکل ۱۳- سرعت آسیمیلسیون خالص در تیمار خاک کاربرد+ محلول پاشی در آزمایش تاثیر روش های مختلف کاربرد کود سولفات منیزیم و رقم بر میزان منیزیم و پروتئین کل دانه و شاخص های رشد عدس.

پاورقی ها

1. Leaf area Meter
2. Bradford
3. Atomic absorption spectrophotometer

منابع مورد استفاده

1. Abid, M., Haddad, M., & Ferchichi, A. (2008). Effect of magnesium sulphate on the first stage of development of Lucerne. . *Options Mediterraneennes*, 79(A), 405-408.
2. Bagheri, A., Goldani, M., & Hasanzade, M. (Eds.). (1997). *Lentil Plantation and Improvement*: Jahad- daneshgahi, Mashhad Publication, Mashhad, Iran.
3. Balali, M. R., Malakouti, M. J., Zeyaian, A. H., Khogar, Z., Farajnia, A., Kalhor, M., et al. (2001). Yield and quality of irrigated wheat as affected by different methods of application of micronutrients in different provinces of Iran. *Iranian J. Soil and Water Sci*(15), 140-153.
4. Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72(1-2), 248-254.
5. Choudhury, T. M. A., & Khanif, Y. M. (2001). Evaluation of effects of nitrogen and magnesium fertilization on rice yield. *Journal of Plant Nutrition*, 24(6), 855-871.
6. De Oliveira, I. P., Colin, J. A., David, G. E., & Santos, S. R. M. d. (2000). Magnesium sulphate and the development of the common bean cultivated in an ultisol of Northeast Australia. *Scientia Agricola*, 57(1), 103-107.
7. Fajemilehin, S. O. K., Babayemi, O. J., & Fagbuaro, S. S. (2008). Effect of anhydrous magnesium sulphate fertilizer and cutting frequency on yield and chemical composition of *Panicum maximum*. *African Journal of Biotechnology*, 7(7), 907-911.
8. Ghaderi, J., & Malakouti, M. J. (2000). Effects of methods and time of Mg and micronutrient fertilizers application on improving dry farming wheat yield and quality. *Iranian J. Soil and Water Sci* 14, 11-21.
9. Hashemi, L. (2007). *Study of morphological and phenological characteristics affecting yield and yield components in lentil cultivars*. Shahrekord University College of Agricultur.
10. Huang, J. W., Grunes, D. L., & Welch, R. M. (1990). Magnesium, nitrogen form and root temperature effects on grass tetany potential of wheat forage. *Agronomy Journal*, 82(3), 581-587.
11. Hughes, H. D., & Henson, E. R. (1975). *Crop production: principles and practices*. New York: Macmillan.
12. Hussain, M., Shah, S. H., & Nazir, M. S. (2002). Effect of foliar application of calcium-magnesium on different agronomic traits of three genotypes of lentil. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*.123-125 ,(2)39 ,
13. Kanuni, H., Shahab, M. R., Kamel, M., Mostafae, H., Talei, A. R., & Ghanadha, M. R. (2005). *Estimation of genotype by environment interaction in lentil genotypes via AMMI analysis*. Paper presented at the Proc. First National Legume Crops Congress of Iran, Tehran, Iran.
14. Koochaki, A., & Sarmadnia, G. (2009). *Physiology of Crop Plants*: Jahad- daneshgahi, Mashhad Publication, Mashhad, Iran.
15. Mahmudi, A. A., & Sabaghpur, S. H. (2005). *Evaluation of grain yields and phenologic traits of lentil advanced lines in dry land condition of Northern Khorasan*. Paper presented at the Proc. First National Legume Crops Congress of Iran, Tehran, Iran.
16. Malakouti, M. J., & Riazi-Hamadani, A. (1992). *Soil Fertility and Fertilizers (Translated)*. Tehran, Iran: University Publication Center, Ministry of Culture and Higher Education Publication, No. 598.
17. Malakouti, M. J. (1999). *Comprehensive method of recognition and necessity of optimal application of chemical fertilizers*. Tehran, Iran: Tarbiat Modarres University Publication.
18. Malakouti, M. J., & Homaei, M. (2004). *Soil Fertility in Arid Regions : Problems and Solutions, 2nd edn. (completely revised)*. Tehran, Iran: Tarbiat Modarres University Publication.
19. Malakouti, M. J., & Tehrani, M. H. (2005). *Role of Micronutrients on the Yield and Quality of Agricultural Crops and Enhancing Human Health: Micronutrients with Macro-effects, 3rd edn. (completely revised)*. Tehran, Iran: Tarbiat Modarres University Publication No. 89.
20. Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic press.
21. Mengel, K., & Kirkby, E. K. (1978). *Principles of plant nutrition*. Bern: international Potash Institute.
22. Niari Khamssi, N., Rahimzadeh Khoei, F., Naishabari, M. R., Javanshir, A., & Vahed, M. M. (2007). Effect if different soil moisture levels on growth indices, yield and yield components of lentil (*Lens Culinaris Medik*). *J. Agric. Sci. Natur. Resour*, 13(2.47-53 ,(
23. Salardini, A. A. (1995). *Soil Fertility*. Tehran University Publication, Tehran, Iran.
24. Salehi, M., Hagh-Nazari, A., Shekari, F., & Balsini, H. (2007). The study of relation between the measured characteristics in lentil (*Lens culinaris Med.*). . *Iranian J. Crop Sci. and Nat. Sour* 41, 205-215.
25. Sreemannarayana, B. G., Mrinalini, A. S & ,Ram, A. S. (1998). Effect of nitrogen and sulfur application on yield and uptake of macro, secondary and micronutrients by sunflower. *Annals of Agricultural Research*, 19(2), 188-195.
26. Walker, M. E., Gamies, T. P., & Parker, M. B. (1989). Potassium, magnesium and irrigation effects on peanuts grown in two soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 20(9/10), 1011-1989.
27. Wang, N., & Duan, J. K. (2006). Effects of variety and crude protein content on nutrients and anti-nutrients in lentil. *Food chemistry*, 95, 493-502.