

اثر کم آبی بر رشد و عملکرد ارقام لوبیا

پریسا زعفرانی معطر^{1*}، یعقوب راعی²، کاظم قاسمی گلعدانی²، سید ابوالقاسم محمدی²

تاریخ دریافت: 89/7/3 تاریخ پذیرش: 90/10/17

1- کارشناس ارشد رشته زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

2- اعضای هیئت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

* مسئول مکاتبه: E-mail : p.zafarani25@yahoo.com

چکیده

به منظور ارزیابی تاثیر کم آبی بر رشد و عملکرد ارقام لوبیا، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات (کرت‌های خرد شده) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 3 تکرار در سال 1387 اجرا گردید. تیمارهای آبیاری شامل آبیاری مطلوب بر اساس 70 میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (I₁)، قطع آبیاری در مرحله گلدهی (I₂)، قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه (I₃) و قطع آبیاری در مراحل گلدهی و پر شدن دانه (I₄) در کرت‌های اصلی و ارقام لوبیا چیتی (تلاش، خمین و COS₁₆) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تجمع ماده خشک، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی و عملکرد دانه بر اثر قطع آبیاری در مراحل زایشی به طور قابل توجهی کاهش می‌یابند. این کاهش در تیمار قطع آبیاری در طول مراحل گلدهی و پر شدن دانه بیشتر بود. درصد کاهش عملکرد دانه در تیمار قطع آبیاری در مراحل گلدهی و پر شدن دانه نسبت به حالت آبیاری کامل، حدود 40/25 درصد بود. تجمع ماده خشک و سرعت رشد گیاه زراعی در رقم تلاش بیشتر از رقم خمین و COS₁₆ بود. اما اختلاف معنی‌داری از لحاظ عملکرد دانه بین سه رقم لوبیا چیتی وجود نداشت.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، تجزیه رشد، لوبیا چیتی و عملکرد دانه

Effect of Limited Irrigation on Growth and Yield of Bean Cultivars

P Zafarani-Moattar^{1*}, Y Raey², K Ghassemi-Golezani³ and SA Mohammadi⁴

Received: 11 October 2010 Accepted: 7 January 2012

¹Former MSC student of Agronomy, Dept of Plant Eco-physiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran

²Assoc Prof, Dept of Plant Eco-physiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran

³Prof, Dept of Plant Eco-physiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran

⁴Prof, Dept of plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran

*Corresponding author: E-mail : p.zafarani25@yahoo.com

Abstract

A field experiment was conducted in 2008, to investigate the effects of different irrigation treatments (I_1, I_2, I_3 and I_4 : well-watering on the bases of 70mm evaporation from class A pan and irrigation disruptions at flowering stage, grain filling stage and during flowering and grain filling stages, respectively) on growth and yield of three pinto bean cultivars (Talash, Khomain and COS16). The experiment was arranged as split-plot based on randomized complete block design in 3 replications, with the irrigation treatments in main plots and pinto bean cultivars in sub-plots. Dry matter accumulation, crop growth rate, relative growth rate and grain yield per unit area decreased, due to water stress at reproductive stages. The percentage of grain yield reduction under irrigation disruption during flowering and grain filling stages compared to well-watering condition was about 40.25%. The most reduction was happened at water disruption during flowering and grain filling stages. Dry matter accumulation and crop growth rate of Talash was higher than for Khomain and COS₁₆. Grain yield of khomain was slightly higher than that of other pinto bean cultivars. However, this difference was not statistically significant.

Key words: drought stress, grain yield, growth analysis, pinto bean

مقدمه

خشک و نیمه خشک، این گیاه بعد از نخود و عدس بیشترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده است. به همین دلیل شناسایی روش‌های بهبود عملکرد این گیاه و بهره‌گیری از عوامل تولید با توجه به قرارگیری کشور در این شرایط در کنار انتخاب رقم مناسب اهمیت زیادی دارد (کوچکی و بنایان اول، 1373).

رشد مجموعه ای از فرآیندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیک خاص است که اثرات متقابل بر یکدیگر

حبوبات پس از غلات، دومین منبع غذایی بشر محسوب می شوند (شهرام و دانشی، 1384). در بین حبوبات، لوبیا یکی از مهمترین این گروه از گیاهان محسوب میشود. حدود 60 درصد تولید لوبیا در کشورهای در حال توسعه تحت شرایط تنش خشکی انجام می گیرد (کوستا فرانسوا و همکاران، 2000؛ تورکان و همکاران، 2005). در ایران نیز به عنوان یکی از کشورهای در حال توسعه برخوردار از آب و هوای

انجام شد. این آزمایش به صورت اسپلیت پلات (کرت های خرد شده) در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با 3 تکرار به اجرا در آمد. تیمارهای آبیاری I_1, I_2, I_3 و I_4 : به ترتیب آبیاری براساس 70 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A، قطع آبیاری در مرحله گلدهی، قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه و قطع آبیاری در مراحل گلدهی و پر شدن دانه (در کرت های اصلی و ارقام لوبیا چیتی تلاش، خمین و COS_{16} در کرت های فرعی قرار گرفتند.

کاشت لوبیا در تاریخ 3 اردیبهشت سال 1387 انجام شد. کلیه بذور قبل از کاشت با سم بنومیل به نسبت دو در هزار ضد عفونی گردیده و سپس در هر کرت فرعی در 6 ردیف به طول 6 متر با فاصله ردیف 25 سانتی متر و فاصله روی ردیف 8 سانتی متر در عمق 5 سانتی متری کاشته شدند. تراکم کاشت 50 بوته در متر مربع بود. کلیه کرت ها بعد از کاشت آبیاری شدند. اما آبیاری های بعدی متناسب با تیمارهای مربوطه اعمال شدند. در طول دوره آزمایش، علف های هرز موجود در مزرعه چندین بار با دست وجین گردیدند. برای انجام تجزیه رشد از مقادیر وزن خشک اندام های هوایی به دست آمده از سه بوته هرکرت در هر بار نمونه برداری استفاده گردید. این بوته ها بعد از حذف حاشیه ها (یک ردیف کناری و 25 سانتی متر از ابتدا و انتهای هر ردیف) از 4 ردیف وسط و به روش تخریبی برداشت شدند.

اولین نمونه برداری 47 روز بعد از کاشت انجام پذیرفت و هر هفته یک بار تا 7 مرحله ادامه داشت. نمونه های برداشت شده از هر واحد آزمایشی به طور جداگانه در درون پاکت های کاغذی قرار داده شدند و پس از انتقال به آزمایشگاه، به مدت 48 ساعت در داخل آونی با دمای 75 درجه سانتی گراد قرار گرفتند. سپس نمونه های خشک شده توزین گردیدند.

به منظور تعیین عملکرد دانه به هنگام رسیدگی محصول با حذف حاشیه ها، از دو ردیف وسطی هر کرت به مساحت یک متر مربع برای نمونه برداری استفاده گردید. در موقع رسیدگی که رطوبت دانه ها حدود 14 درصد بود، همه بوته های موجود در مساحت ذکر شده، برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد. سپس

داشته و تحت تاثیر عوامل محیطی مختلف از جمله تنش خشکی قرار می گیرند (لطیفی، 1372). به طور کلی ماده خشک تولیدی گیاه را می توان به وسیله شاخص هایی از قبیل تجمع ماده خشک (DMA)¹، سرعت رشد محصول (CGR)² و سرعت رشد نسبی (RGR)³ مورد ارزیابی قرار داد (کریمی و سیدیک، 1991).

رابینسون (1983) گزارش کرد که تجمع ماده خشک در لوبیا با افزایش شدت تنش رطوبتی، کاهش می یابد و تحت چنین شرایطی، بین ماده خشک تولیدی در گیاه و تبخیر و تعرق رابطه خطی وجود دارد. نتایج تحقیقات قاسمی گلعدانی و مردفر (2008)، ریکاردو و همکاران (2008) و ناکاگامی و همکاران (2004) نیز موید کاهش سرعت رشد گیاه زراعی در شرایط تنش خشکی می باشد. گزارش های قاسمی گلعدانی و همکاران (1376) در مورد نخود و سیواکومار و شاو (1978) در مورد سویا حاکی از کاهش سرعت رشد نسبی تحت شرایط کم آبی می باشد.

بوترا و ساندرز (2001) گزارش کردند که تنش خشکی عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) را هم در مرحله گلدهی و هم در مرحله پر شدن دانه کاهش می دهد.

در این پژوهش سعی شده است که با بررسی واکنش سه رقم لوبیا چیتی به تنش کم آبی در مراحل گلدهی و پر شدن دانه، میزان تاثیر پذیری رشد و عملکرد تعیین گردیده و شاخص های رشدی مهم و موثر بر عملکرد شناسایی و معرفی گردند.

مواد و روش ها

یک آزمایش مزرعه ای در فصل زراعی سال 1387 در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در 12 کیلومتری شرق تبریز اجرا گردید. اقلیم این منطقه نیمه خشک با متوسط بارندگی سالانه 316 میلی متر بوده و خاک منطقه از نوع شنی لومی با محتوی مواد آلی 0/8 درصد می باشد (جعفرزاده و همکاران، 1376). در اوایل بهار 1387 عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک زنی، ایجاد جوی پشته و کرت بندی

¹ Dry matter accumulation

² Crop growth rate

³ Relative growth rate

$$\text{RGR} = b + 2cx \quad \text{معادله [2]}$$

$$\text{CGR} = e^{a+bx+cx^2} (b + 2cx) \quad \text{معادله [3]}$$

نتایج و بحث

تجمع ماده خشک (DMA)

منحنی های تجمع ماده خشک ارقام لوبیا در تیمارهای مختلف آبیاری با استفاده از معادله 1 برازش گردیدند. ضرایب تبیین (R^2) منحنی های برازش شده برای کلیه تیمارها بیشتر از 0/92 بود (جدول 1). روند تغییرات وزن خشک اندام های هوایی در طول زمان برای تیمارهای مورد آزمایش به صورت نمایی بود (شکل 1) که با یافته های حاصل از پژوهش نوگوجیو و همکاران (2001) در مورد گیاه نخود و قاسمی گلغذانی و همکاران (2009) در مورد باقلا تطابق دارد.

دانه های آنها از بوته جدا گردیده و در آونی با دمای 75 درجه به مدت 48 ساعت قرار داده شد. پس از خشک شدن، دانه ها توسط ترازوی حساس با دقت یک صدم گرم توزین و عملکرد دانه به این صورت تعیین گردید. برای برآورد شاخص های رشد، از مقادیر وزن خشک اندام های هوایی به دست آمده در واحد سطح (متر مربع) برای هر تیمار در هر بار نمونه برداری استفاده گردید. برای برازش منحنی تغییرات وزن خشک از معادله 1 که دارای بالاترین ضریب تبیین (R^2) برای پیش بینی تغییرات وزن خشک اندام های هوایی نسبت به روزهای بعد از کاشت بود، استفاده شد (ایوانز، 1972).

$$\text{DMA} = e^{a+bx+cx^2} \quad \text{معادله [1]}$$

در این معادله DMA وزن خشک اندام های هوایی، X روزهای بعد از کاشت و a، b و c ضرایب معادله می باشند. با در نظر گرفتن معادله 1، سرعت رشد نسبی و سرعت رشد گیاه زراعی به صورت زیر محاسبه شدند:

جدول 1- ضرایب معادله 1 برای تغییرات ماده خشک اندام های هوایی ارقام لوبیا چیتی در تیمارهای مختلف آبیاری نسبت به روزهای بعد از کاشت

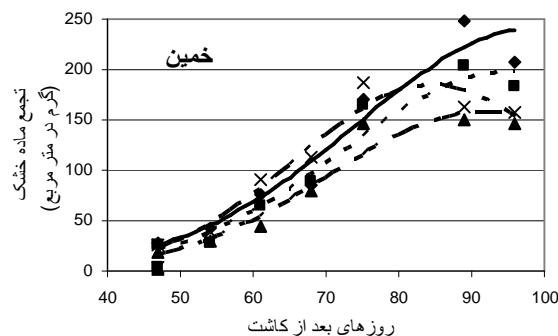
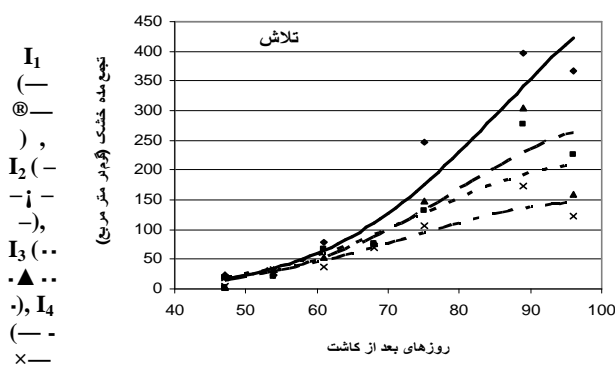
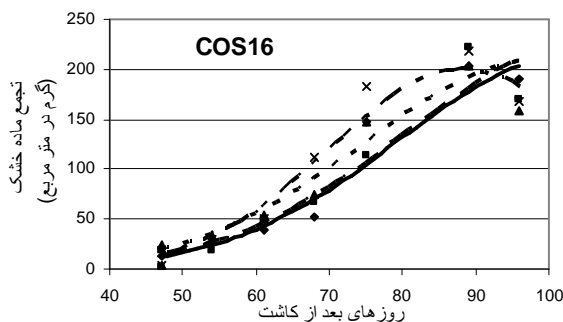
ترکیبات تیماری	عرض از مبدا (a)	(b)	(c)	ضریب تبیین (R^2)
I ₁	V ₁	0/183937	-0/000083	0/9396
	V ₂	0/164091	-0/000083	0/9717
	V ₃	0/185669	-0/00009	0/9649
I ₂	V ₁	0/190381	-0/000092	0/9611
	V ₂	0/208647	-0/00114	0/9749
	V ₃	0/167243	-0/000079	0/9569
I ₃	V ₁	0/227784	-0/00118	0/9495
	V ₂	0/18131	-0/000095	0/9544
	V ₃	0/172358	-0/000087	0/9243
I ₄	V ₁	0/157189	-0/00008	0/9517
	V ₂	0/245513	-0/00145	0/9750
	V ₃	0/2705	-0/00153	0/9744

I₁، I₂، I₃ و I₄: به ترتیب آبیاری کامل، قطع آبیاری در مرحله گلدهی، قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه و قطع آبیاری در مراحل گلدهی و پر شدن دانه

V₁، V₂ و V₃: به ترتیب ارقام تلاش، خمین و COS₁₆

مرحله، ماده خشک در برخی تیمارها تغییر چندانی نداشت و در برخی دیگر به علت ریزش برگ ها در اواخر دوره رشد گیاه، روند کاهشی نشان داد (شکل 1).

تجمع ماده خشک ارقام لوبیا چیتی در تیمارهای مختلف آبیاری در مراحل اولیه رشد کند بود، اما با گذشت زمان تا حدود 96 روز بعد از کاشت افزایش یافت و به بیشترین میزان خود رسید. بعد از این



-)

شکل 1- تجمع ماده خشک (DMA) بر مبنای روزهای بعد از کاشت برای سه رقم لوبیا چیتی در تیمارهای آبیاری I₁, I₂, I₃ و I₄ (به ترتیب آبیاری کامل، قطع آبیاری در مرحله گلدهی، قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه و قطع آبیاری در مراحل گلدهی و پر شدن دانه)

بود و حداکثر آن در حدود 80 روز بعد از کاشت حاصل شد (شکل 2).

سرعت رشد گیاه زراعی در رقم خمین تحت تیمارهای I₂ و I₄ و در رقم COS₁₆ تحت تیمار I₄ در مراحل پایانی رشد (در محدوده 86 تا 90 روز بعد از کاشت) منفی گردیده است (شکل 2). علت منفی شدن CGR در مراحل آخر، کاهش ماده خشک در اثر ریزش برگ ها می باشد. در این مراحل ریزش برگ ها تحت تنش کمبود آب بیشتر از شرایط آبی بوده و به همین دلیل مقدار CGR در شرایط تنش کمبود آب منفی شده است (قاسمی گلعدانی و همکاران، 1376).

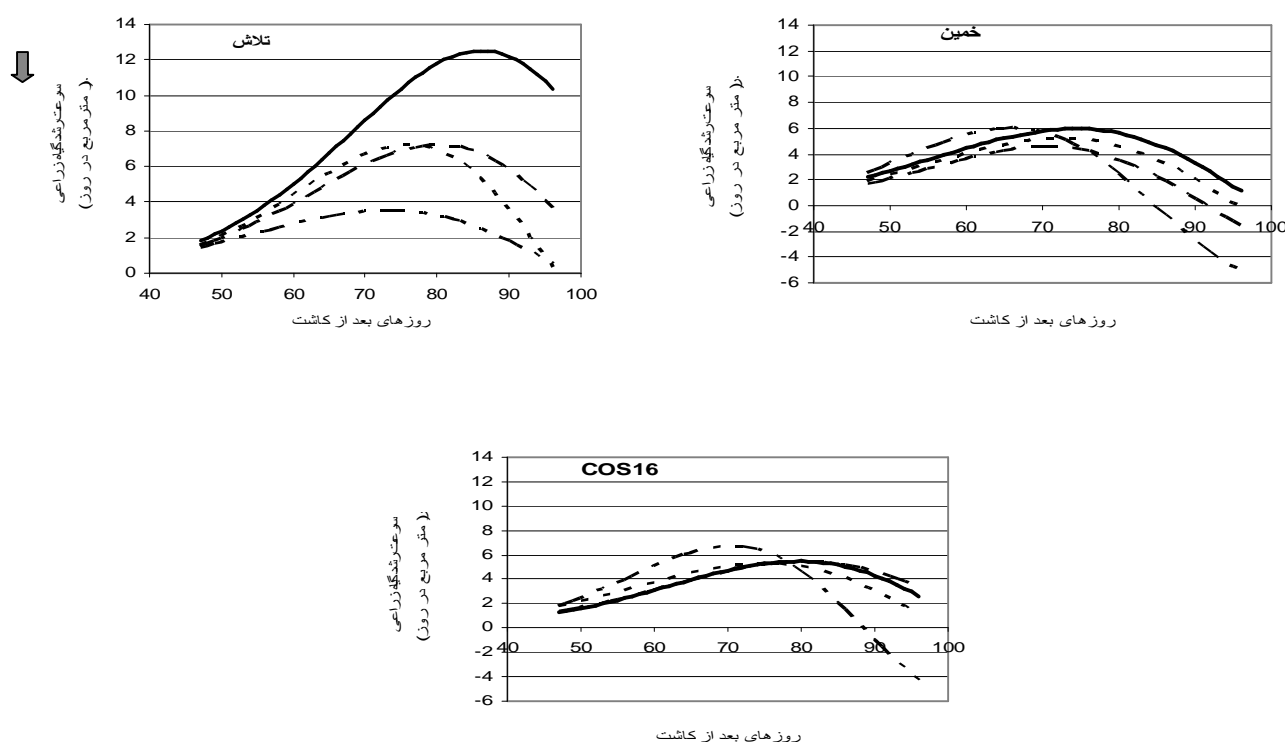
سرعت رشد گیاه زراعی (CGR)

سرعت رشد گیاه زراعی سه رقم لوبیا چیتی تحت تیمارهای آبیاری کامل (I₁) و محدود (I₂, I₃ و I₄) در ابتدا کم بود و با گذشت زمان افزایش یافت و بعد از رسیدن به حداکثر، کاهش پیدا کرد (شکل 2).

حداکثر سرعت رشد گیاه زراعی در ارقام تلاش و خمین تحت شرایط آبیاری مطلوب (I₁) نسبت به آبیاری های محدود (I₂, I₃ و I₄) دیرتر حاصل گردید. اما در رقم COS₁₆، روند تغییرات CGR تحت شرایط آبیاری مطلوب (I₁) و قطع آبیاری در مرحله گلدهی (I₂) مشابه

گزارش های سیواکومار و شاو (1978) نیز حاکی از آن است که در شرایط تنش خشکی و با کاهش پتانسیل آبی گیاه، سرعت رشد گیاه به دلیل افزایش شدت تنفس و کاهش فتوسنتز کاهش می یابد.

حداکثر CGR رقم تلاش در تیمارهای I_1 ، I_2 و I_3 بیشتر از دو رقم دیگر بود. کمبود آب در مراحل زایشی به کاهش CGR در ارقام تلاش و خمین منجر گردید، ولی در رقم COS_{16} چنین کاهش مشاهده نگردید (شکل 2).



I_1 (—), I_2 (----), I_3 (.....), I_4 (- - - -)

شکل 2- سرعت رشد گیاه زراعی (CGR) بر مبنای روزهای بعد از کاشت برای سه رقم لوبیا چیتی در تیمارهای آبیاری I_1 ، I_2 ، I_3 و I_4 (به ترتیب آبیاری کامل، قطع آبیاری در مرحله گلدهی، قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه و قطع آبیاری در مراحل گلدهی و پر شدن دانه).

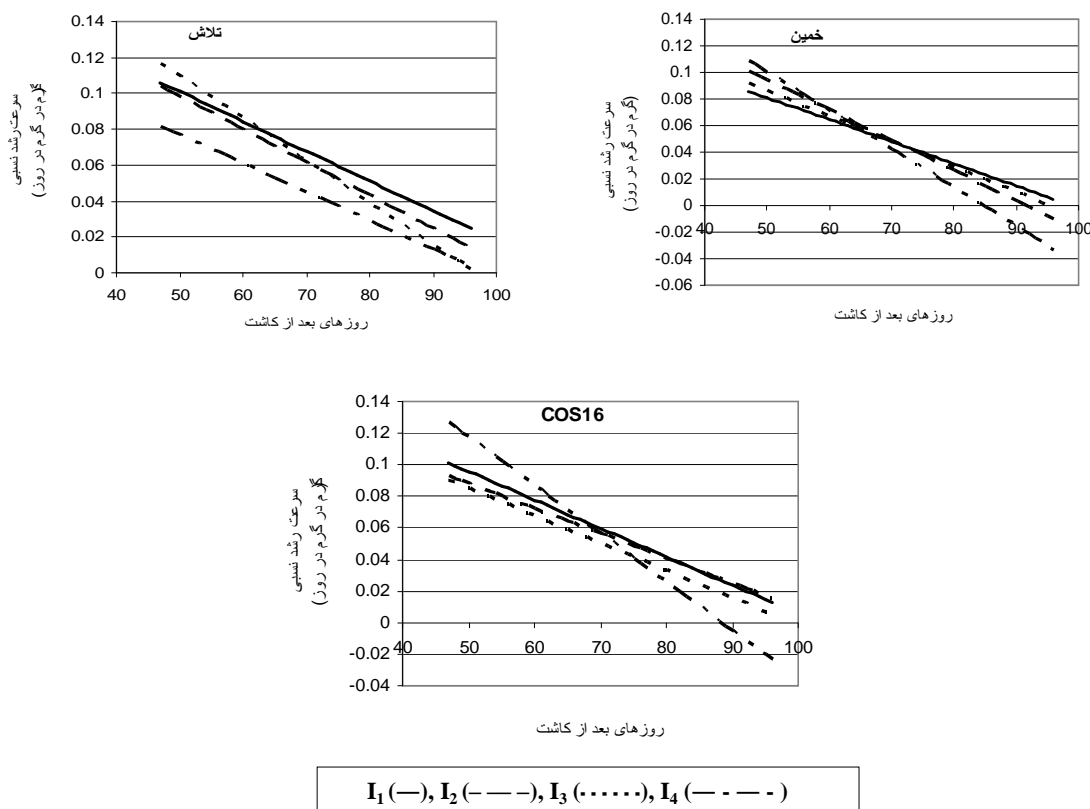
سیواکومار و شاو، 1978). سرعت رشد نسبی در رقم خمین تحت تیمارهای I_2 و I_4 و در رقم COS_{16} تحت تیمار I_4 در مراحل انتهایی رشد به دلیل ریزش برگ های پیر گیاه، مقادیر منفی به خود گرفت (شکل 3). کاتی یار (1980) نیز طی آزمایشی روی نخود ملاحظه نمود که سرعت رشد نسبی در اکثر ارقام مورد آزمایش به مدت کوتاهی قبل از گلدهی به حداکثر مقدار می رسد و با شروع مراحل زایشی، کاهش یافته و در انتهای این مرحله به علت ریزش برگ ها و کاهش ماده خشک،

سرعت رشد نسبی (RGR)

سرعت رشد نسبی ارقام لوبیا چیتی در کلیه تیمارهای آبیاری با افزایش روزهای بعد از کاشت به صورت خطی کاهش پیدا کرد (شکل 3). دلیل کاهش RGR در طول دوره رشد به افزایش سن برگ های پایین تر، در سایه قرار گرفتن آنها و همچنین افزایش بافت های ساختمانی که در فتوسنتز نقشی ندارند، نسبت داده شده است (کریمی و سیدیک، 1991؛

I_1 و I_2 مشاهده گردید. در رقم COS_{16} بر خلاف سایر ارقام لوبیا چیتی، تنش در مرحله گلدهی اثر منفی روی سرعت رشد نسبی نداشت (شکل 3).

مقادیر منفی به خود می گیرد. بیشترین کاهش سرعت رشد نسبی در هر سه رقم لوبیا چیتی تحت تیمار I_4 اتفاق افتاد، ولی کمترین کاهش RGR در دو رقم تلاش و خمین تحت تیمار I_1 و در رقم COS_{16} تحت تیمارهای

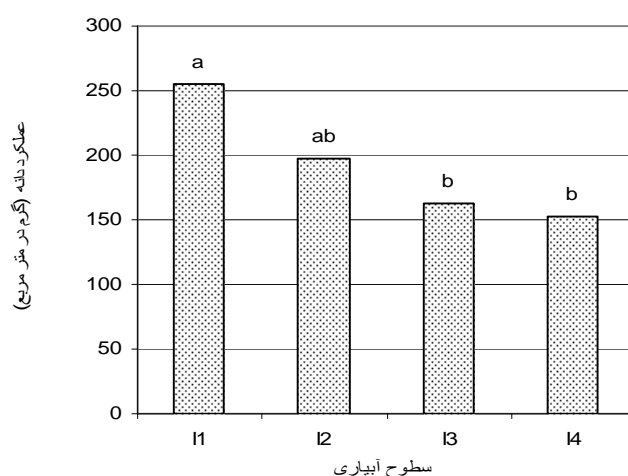


شکل 3- سرعت رشد نسبی (RGR) بر مبنای روزهای بعد از کاشت برای سه رقم لوبیا چیتی در تیمارهای آبیاری I_1 ، I_2 ، I_3 و I_4 (به ترتیب آبیاری کامل، قطع آبیاری در مرحله گلدهی، قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه و قطع آبیاری در مراحل گلدهی و پر شدن دانه).

معنی داری بین تیمارهای I_2 ، I_3 و I_4 از این نظر وجود نداشت (شکل 4). ساماراح (2005) در مورد جو نیز تاثیر کمبود آب در دوره رشد گیاه بویژه در مراحل گلدهی و پر شدن دانه را روی کاهش عملکرد گیاه مورد تایید قرار داده است. کاهش عملکرد دانه ارقام لوبیا چیتی تحت تنش خشکی در مراحل زایشی، می تواند با کاهش تجمع ماده خشک در واحد سطح (شکل 1)، سرعت رشد گیاه زراعی (شکل 2) و سرعت رشد نسبی (شکل 3) مرتبط باشد.

عملکرد دانه

اثر تنش خشکی در مراحل زایشی روی عملکرد دانه در سطح احتمال 5 درصد معنی دار بود، ولی اثر رقم روی این صفت معنی دار به دست نیامد. اثر متقابل تنش \times رقم در مورد عملکرد دانه معنی دار نبود. بر اساس مقایسه میانگینها، عملکرد دانه تحت تیمار آبیاری مطلوب (I_1) به طور معنی داری بیشتر از تیمارهای قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه (I_3) و قطع آبیاری در مراحل گلدهی و پر شدن دانه (I_4) بود. بیشترین کاهش عملکرد دانه تحت تیمار I_4 مشاهده گردید، ولی اختلاف



شکل 4- مقایسه میانگین عملکرد دانه در واحد سطح لوبیا چیتی در رژیم های مختلف آبیاری I₁، I₂، I₃ و I₄: به ترتیب آبیاری کامل، قطع آبیاری در مرحله گلدهی، قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه و قطع آبیاری در مراحل گلدهی و پر شدن دانه

حروف متفاوت در هر ستون، نشانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال 5%

بخصوص در مراحل گلدهی و پر شدن دانه در این گیاه برای اطمینان از انتقال مواد فتوسنتزی کافی به دانه ها از طریق ایجاد سطح برگ بیشتر و پوشش سبز کافی و طولانی مدت ضروری است.

در بین ارقام لوبیا چیتی رقم تلاش بیشترین تجمع ماده خشک و سرعت رشد گیاه زراعی را داشت ولی ارقام لوبیا چیتی از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی داری با هم نداشتند.

در حالت کلی می توان عنوان کرد که تنش خشکی در مراحل زایشی به طور معنی داری موجب کاهش تجمع ماده خشک (DMA)، سرعت رشد گیاه زراعی (CGR) و سرعت رشد نسبی (RGR) و عملکرد دانه ارقام لوبیا چیتی شد.

کاهش قابل ملاحظه عملکرد دانه در نتیجه افت شاخص های رشد و تولید دانه های کوچکتر بود. افت شدید عملکرد دانه لوبیا چیتی تحت شرایط خشکی در مراحل زایشی بخصوص در مراحل گلدهی و پر شدن دانه به خوبی مشخص می کند که تامین آب کافی

منابع مورد استفاده

- جعفرزاده ع، کسرائی ر و نیشابوری م ر، 1376. مطالعات تفضیلی 18 هکتار از اراضی و خاک های ایستگاه تحقیقاتی کرکج. مجله دانش کشاورزی، جلد 7، شماره های 1 و 2. صفحه 211-187.
- شهرام ع و دانشی ن، 1384. تعیین آب مورد نیاز در زراعت لوبیا. صفحه های 235 تا 237. مقالات اولین همایش ملی حبوبات. پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد... دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد.

- مرجانی ع، 1374. بررسی تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی صفات کمی لوبیا و مطالعات همبستگی آنها با عملکرد از طریق تجزیه علیت، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی کرج.
- قاسمی گلعدانی ک، موحدی م، رحیم زاده خویی ف و مقدم م. 1376. اثرات کمبود آب بر رشد و عملکرد دو رقم نخود در تراکم های مختلف. مجله دانش کشاورزی. جلد 7، شماره های 3 و 4. صفحه های 18-41.
- کوچکی ع و بنایان اول م، 1373. زراعت حبوبات. چاپ سوم، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- لطیفی ن، 1372. زراعت سویا (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- Boutraa T and Sanders FE, 2001. Influence of water stress on grain yield and vegetative growth of two cultivars of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). J. of Agron. Crop Sci. 187: 251-257.
- Costa-Franca MG, Thi AT, Pimentel C, Pereyra RO, Zuily-Fodil Y and Laffray D, 2000. Differences in growth and water relations among *Phaseolus vulgaris* cultivars in response to induced drought stress. Environ. Exp. Bot. 43: 227-237.
- Evans GC. 1972. The Quantitative Analyses of plant growth. Oxford Blackwell Scientific Publications.
- Ghassemi-Golezani K, Ghanepoor S and Mohammadi-Nasab AD, 2009. Effect of water limitation on growth and grain filling of faba bean cultivars. J. Food Agric. Environ. 7: 442-447.
- Ghassemi-Golezani K and Mardfar RA. 2008. Effects of limited irrigation on growth and grain yield of common bean. J. Plant Sci. 3: 230-235.
- Karimi MM and Siddique KHM, 1991. Crop growth and relative growth rate of old and modern wheat cultivars. Aust. J. Agric. Res. 42: 13-20.
- Katiyar RP, 1980. Development changes in leaf area index and other growth parameters in chickpea. Indian J. Agric. Sci. 50: 684-691.
- Nakagami K, Okawa TO and Hirasawa T. 2004. Effect of reduction in soil moisture from one month before flowering though ripening on dry matter production and ecophysiological characteristics of wheat plants. Plant Prod. Sci. 7: 143-154.
- Ngoujiv M, Mc JME, Giffen S, Field M and Ogbuchekwe E, 2001. Comparison of methods to estimate weed populations and their performance in yield loss description models. Weed Sci. 49: 385-394.
- Ricardo JH, Dardanelli JI, Maria E and Collino DJ. 2008. Seed yield determination of peanut crops under water deficit: Soil strength effects on pod set, the source-sink ratio and radiation use efficiency. Field Crops Res. 109: 24-33.
- Robinson RG. 1983. Yield and composition of field bean and adzuki bean in response to irrigation, compost, and nitrogen. Agron. J. 75: 31-35.
- Samarah NH, 2005. Effect of drought stress on growth and yield of barley. Agron. Sustain. Dev. 25: 145-149.

- Sivakumar MVK and Shaw RH, 1978. Methods of growth analysis in field grown soybean (*Glycine max* L. Merill). Ann. Bot. 42: 213-222.
- Turkan I, Bor M, Ozdemir F and Koca H, 2005. Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought- tolerant *P. acutifolius* Gray and drought- sensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress. Plant Sci. 168: 223-231.