

بررسی پارامترهای کمی و کیفی گیاه ذرت تحت تاثیر کم آبیاری معمولی و کم آبیاری ناقص ریشه

الهه اسحقى نصرآبادى^۱، على شاهنظرى^۲، ميرخالق ضيابتباراحمدى^۳، قاسم آقاجانى^۴، فاطمه كاراندش^۵

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲* - نویسنده مسئول، استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری aliponh@yahoo.com

۳- استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۴- مربی گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۵- استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه زابل

تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۲/۷/۱۸

چکیده

روش کم آبیاری ناقص ریشه یکی از شیوه‌های جدید کم آبیاری است که طی سال‌های گذشته تأثیر آن روی برخی از گونه‌های زراعی و درختان میوه مورد بررسی قرار گرفته است. در این مطالعه، تأثیر اعمال شیوه‌های کم آبیاری ناقص ریشه و کم آبیاری معمولی روی کیفیت دانه ذرت تحت سیستم آبیاری قطره‌ای در شرایط مزرعه بررسی شده است. این مطالعه در قالب طرح کامل تصادفی با پنج تیمار شامل آبیاری کامل (FI)، کم آبیاری ناقص ریشه در سطح ۷۵ درصد (PRD₇₅) و ۵۵ درصد (PRD₅₅) و کم آبیاری معمولی در دو سطح ۷۵ درصد (DI₇₅) و ۵۵ درصد (DI₅₅) در سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ انجام شد. نتایج نشان داد که اعمال تیمارهای کم آبیاری باعث افزایش درصد پروتئین دانه می‌گردد، به طوری که میزان پروتئین دانه در تیمارهای PRD₇₅ و DI₇₅ در حد معنی‌داری بیشتر از تیمار FI بوده است. بیشترین میزان درصد پروتئین محصول دانه در تیمار PRD₇₅ (۱۰/۰۲ درصد) و کمترین مقدار آن در تیمار PRD₅₅ (۹/۱۴ درصد) مشاهده شد. همچنین مقادیر وزن هزار دانه و دانه در ردیف و ستون بالابال در تیمارهای FI و PRD₇₅ اختلاف معنی‌دار نشان نداد. به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که روش کم آبیاری ناقص ریشه در سطح ۷۵ درصد، علاوه بر صرفه‌جویی ۲۵ درصد در مصرف آب، سبب افزایش کیفیت محصول ذرت و عدم کاهش معنی‌دار خصوصیات کمی آن، در طول دوره اعمال تیمار می‌شود.

کلید واژه‌ها: نیتروژن، ذرت، پروتئین، آبیاری قطره‌ای، کم آبیاری.

Investigation of Quantity and Quality Traits of Maize Yield under Partial Root Zone Drying and Deficit Irrigation Strategies

E. EshaghiNasrabadi¹, A. Shahnazari², M. ZiaTabarAhmadi³, Gh. Aghajani⁴ and F. Karandish⁵

- 1- Msc. Student, College of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran.
- 2- Assistant Professor, College of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran.
- 3- Professor, College of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran.
- 4- M.Sc. instructor, College of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran.
- 5- Assistant Professor, Irrigation and Drainage Department, Zabol University.

Received: 8 Nov. 2012 Accepted: 10 Oct. 2013

Abstract

The partial root zone drying irrigation (PRD) is a novel improvement of deficit irrigation which has been tested for field crops and fruit trees in the last decade. This paper, evaluates effect of partial root zone drying (PRD) and deficit irrigation (DI) strategies on quality of the drip-irrigated maize yield under field condition. This study was done on Research Farm of Sari Agriculture Sciences and Natural Resources

University based on Completely Randomized Design with three replications in 2010. Treatments are full irrigation (FI), partial root zone drying (PRD₇₅, PRD₅₅) and deficit irrigation (DI₇₅, DI₅₅). The results showed that the deficit irrigation treatments increased grain protein content so the protein percentages of grain yield for PRD₇₅ and DI₇₅ were significantly higher than full irrigation (FI). The highest value of protein percentages grain yield was found in PRD₇₅ (10.02%) and the lowest one was observed in PRD₅₅ (9.14%). Also there was no significant difference in thousand seed weight, number of kernel/row, number of row/ear between FI and PRD₇₅. In general, results showed that PRD₇₅ improved the quality traits of maize yield and non-significantly decrease of yield with saving 25% of water use during the treatment period.

Keywords: Nitrogen, Maize, Protein, Drip irrigation, Irrigation deficit.

مقدمه

کمبود آب و خشکی از عوامل محدود کننده کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان محسوب می‌شوند. تحت چنین شرایطی، مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی به عنوان بزرگترین مصرف کننده آب شیرین در دنیا، راهکاری مناسب در راستای کنترل معضلات بحران آب محسوب می‌گردد (۱۶). کم-آبیاری ناقص ریشه^۱، یکی از روش‌های نوین آبیاری توسعه یافته طی سال‌های اخیر است که در آن تنها نیمی از سیستم ریشه آبیاری شده و نیمی دیگر خشک رها می‌شود. این روش روی برخی از گیاهان زراعی و درختان میوه مورد بررسی قرار گرفته است (۱۲)، که بیشترین اثر آن، کاهش هدایت روزنه، کاهش رشد گیاه و بهبود کارایی مصرف آب می‌باشد (۷). این روش باعث بهبود کیفیت محصول در میوه‌ها، سبزیجات و دیگر گیاهان شده است (۱۴، ۱۸ و ۲۰). شانهظری و همکاران طی تحقیقی نشان دادند که اعمال تیمار کم‌آبیاری ناقص ریشه روی گیاه سیب‌زمینی موجب اختلاف معنی‌دار بین مقادیر محصول در تیمارهای مختلف طی فصل رشد نمی‌گردد، با این وجود، در آخرین برداشت، بازار پسندی محصول در کم‌آبیاری ناقص ریشه در حد معنی داری بیشتر از مقادیر متناظر آن در آبیاری کامل بوده است (۱۸). همچنین نتایج تحقیقات اسپریر و همکاران^۲ حاکی از آن است که اعمال تیمار کم‌آبیاری ناقص ریشه روی انبه کیفیت آن را تحت تاثیر قرار نمی‌دهد، بلکه موجب افزایش اندازه میوه و جزء خوراکی آن می‌گردد (۲۰). ژو و همکاران^۳ علت افزایش کیفیت گل لیلیوم در نتیجه اعمال تیمار کم‌آبیاری ناقص ریشه را افزایش محتوی قند گیاه و در نتیجه به تاخیر انداختن پیری گیاه بیان داشته‌اند (۲۲). بالاتر بودن مقادیر جذب نیتروژن در تیمار کم‌آبیاری ناقص ریشه در مقایسه با آبیاری کامل و کم‌آبیاری معمولی در گیاهانی مانند سیب زمینی و ذرت در تحقیقات بسیاری گزارش شده است (۱۳، ۱۹ و ۲۱).

ذرت گیاهی است که در محدوده وسیعی از شرایط محیطی قابل کشت می‌باشد از طرف دیگر عملکرد زیاد آن در دوره رشد کوتاه مدتش و نقش روزافزون در تأمین مواد غذایی مورد نیاز انسان، دام، طیور و مصارف صنعتی باعث شده است که سطوح

زیادی به کشت این محصول اختصاص یابد (۲۱). با توجه به شرایط کمبود آب کشور در این مطالعه تأثیر اعمال تیمارهای کم‌آبیاری ناقص ریشه در دو سطح ۷۵ (PRD₇₅) و ۵۵ (PRD₅₅) درصد و تیمارهای کم‌آبیاری معمولی در دو سطح ۷۵ (DI₇₅) و ۵۵ (DI₅₅) درصد در مقایسه با آبیاری کامل (FI)، روی خواص کیفی و کمی گیاه ذرت مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۰-۸۹ در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (طول ۵۳/۰۴ درجه شرقی و عرض ۳۶/۳۹ درجه شمالی) در زمینی به ابعاد ۸۲۵ متر مربع (۵۵×۱۵ متر) روی گیاه ذرت انجام شد. شرایط آب و هوایی منطقه بر اساس طبقه بندی اقلیمی در سیستم دومازن مرطوب با متوسط بارندگی سالانه ۷۰۰ میلی‌متر می‌باشد. داده‌های هواشناسی بر اساس مشاهدات انجام شده در یک ایستگاه در فاصله کمتر از یک کیلومتر از محل طرح جمع آوری شده است. بافت غالب خاک منطقه لوم رسی بوده و خواص فیزیکی و شیمیایی آن در جدول (۱) خلاصه شده است.

آزمایش در قالب طرح کامل تصادفی در پنج تیمار و سه تکرار شامل تیمارهای آبیاری کامل با تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه (FI)، کم‌آبیاری معمولی و کم‌آبیاری ناقص ریشه در دو سطح تأمین ۵۵ درصد نیاز آبی گیاه (DI₅₅ و PRD₅₅) و ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه (DI₇₅ و PRD₇₅) اجرا شد. ابعاد هر کرت ۵×۱۱ متر مربع، شامل ۸ ردیف کاشت به طول ۱۱ متر با فواصل بین ردیف‌های کاشت و روی هر ردیف به ترتیب ۶۰ و ۲۰ سانتی‌متر بوده است. نیاز کود منطقه بر اساس آزمون خاک، قبل از کاشت تعیین و در دو دونوبت در تاریخ‌های ۱۷ و ۴۵ روز بعد از کاشت به صورت کودآبیاری و با شدت‌های ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر و پتاسیم اعمال شد. کاشت بذر ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ در تاریخ ۵ خرداد به صورت دستی با فواصل بین ردیف ۶۰ سانتی‌متر و روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر انجام گرفت. در مرحله دو برگی شدن به منظور تنظیم

1- Partial Root-zone Drying, PRD
2- Spreer et al.
3- Zhu et al.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

EC(ds/m)	pH	OM (%)	OC (%)	عناصر ماکرو (meq/lit)						بافت خاک
				NPK (p.p.m)			Na	Mg	Ca	
				K	P	N	Na	Mg	Ca	
۱/۰۹	۷/۵۴	۰/۷۷	۰/۴۵	۱۱۶/۶۷	۳/۷۷	۰/۴۸	۲/۶۳	۶/۶۰	۶/۶۷	لوم رسی

افزایش میزان فتوسنتز را فراهم آورده و در نهایت موجب افزایش تجمع نیتروژن دانه و در نتیجه کیفیت محصول شده و همچنین موجبات افزایش عملکرد آن را فراهم می‌آورد (۹ و ۲۰). لذا در طی فصل رشد سه گیاه از هر تیمار انتخاب گردید و میزان کلروفیل برگ سوم (اولین برگ کامل توسعه یافته از بالا) از هر کرت توسط دستگاه اسپد قرائت شد. در انتهای فصل رشد ۱۵ گیاه از هر کرت برداشت و برخی صفات کمی محصول شامل وزن هزار دانه، طول و قطر بلال و دانه در ردیف و ستون بلال اندازه‌گیری شد. همچنین از هر کرت پنج نمونه دانه محصول جهت اندازه‌گیری درصد نیتروژن و میزان پروتئین دانه انتخاب شد. به منظور بررسی روند تجمع نیتروژن در گیاه در طول دوره اعمال تیمار، در ۶۶، ۷۴، ۸۱ و ۸۹ روز بعد از کاشت سه گیاه از هر تیمار انتخاب و میزان نیتروژن برگ آن اندازه‌گیری شد. در این مطالعه اندازه‌گیری میزان نیتروژن برگ و دانه توسط دستگاه کجکتک^۱ صورت گرفت. به‌علاوه به منظور تعیین میزان پروتئین دانه نیز از ضریب تبدیل نیتروژن به پروتئین در گیاه ذرت به میزان ۶/۲۵ استفاده شد (۱). داده‌های به‌دست آمده در این مطالعه با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن و در سطح پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

با بررسی داده‌های هواشناسی در طول دوره اعمال تیمار مشخص شد که در طول این دوره بارندگی وجود نداشته و میزان دمای متوسط روزانه در طول فصل رشد بین ۲۱/۹ و ۳۲/۲ بوده است. میزان آب مصرفی در هر تیمار در جدول (۲) ارائه شده است. اعمال تیمارهای PRD₇₅ و DI₇₅ منتج به ۲۵ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب در طول دوره اعمال تیمار و ۱۵/۲ درصد در طول فصل رشد نسبت به تیمار آبیاری کامل شد. این ارقام در تیمارهای PRD₅₅ و DI₅₅ به ترتیب ۴۵ و ۲۷/۴ درصد بود. اگرچه میزان آب داده شده در تیمارهای کم‌آبیاری معمولی و کم‌آبیاری ناقص ریشه در سطوح مشابه یکسان می‌باشد (جدول ۲)، اما مقادیر متفاوت مصرف آب و جذب متفاوت رطوبت از خاک توسط ریشه در تیمارهای مختلف می‌تواند زمینه لازم برای اختلاف بین مقادیر اجزای عملکرد و کیفیت محصول در این تیمارها را فراهم آورد. به عبارتی جذب رطوبت کافی از خاک می‌تواند زمینه لازم برای افزایش دوره سبزیگی گیاه و در نتیجه افزایش دوره رشد رویشی و زایشی آن را فراهم آورده و به این

تراکم، عملیات تنک انجام شد تا تراکم به ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار رسید. عملیات وجین علف‌های هرز به صورت دستی انجام گرفت.

روش آبیاری، آبیاری قطره‌ای سطحی با فواصل قطره چکان ۴۰ سانتی‌متر و دبی ۲ لیتر بر ساعت بوده است. در تیمارهای کم‌آبیاری ناقص ریشه، دو لاترال در طرفین هر ردیف کشت روی سطح زمین قرار داشت که به صورت تناوبی در هر نوبت آبیاری، تنها در یکی از آنها جریان آب وجود داشت تا از خشک بودن نیمی دیگر از سیستم ریشه اطمینان حاصل گردد. در آبیاری کامل و کم‌آبیاری معمولی، در هر نوبت آبیاری در هر دو لاترال جریان آب وجود داشت. بررسی منابع حاکی از آن است که اعمال تنش رطوبتی تا قبل از مرحله ظهور کاکل ذرت تاثیر معنی‌دار بر کاهش معنی‌دار میزان محصول خواهد داشت (۶ و ۸). لذا به منظور از بین بردن این تأثیر، و مقایسه صحیح بین تیمارهای تنش، تیمارها پس از ظهور کاکل ذرت (۵۵ روز بعد از کاشت) تا انتهای فصل رشد (۱۰۷ روز بعد از کاشت) اعمال شدند. روند آبیاری در این مطالعه به صورت روزانه و بر مبنای حجم آب واقعی مصرفی صورت گرفته و عمق آب ارائه شده در تیمار آبیاری کامل با استفاده از فرمول ذیل برآورد شده است:

$$I_n = \sum_{i=1}^m (\theta_{FCi} - \theta_{Bli}) \quad (1)$$

که در این رابطه، θ_{FCi} : درصد مقدار رطوبت حجمی در حد ظرفیت زراعی، θ_{Bli} : درصد میزان رطوبت حجمی در خاک قبل از آبیاری، D_i : عمق خاک آبیاری شده به میلی‌متر و I_n : عمق خالص آب آبیاری به میلی‌متر می‌باشد. از آنجایی که در طول دوره رشد بارندگی وجود نداشت در برآورد آب آبیاری لحاظ نگردید. حجم آب ارائه شده در تیمارهای PRD₅₅ و DI₅₅ برابر ۵۵ درصد حجم آب محاسبه شده بر اساس فرمول (۱) و در تیمارهای PRD₇₅ و DI₇₅ برابر ۷۵ درصد این مقدار بوده است. برآورد درصد رطوبت خاک قبل از هر آبیاری توسط سنسورهای رطوبت سنج الکترومغناطیس (TDR) صورت گرفت.

به منظور مقایسه خواص کیفی و کمی محصول در تیمارهای مختلف، با حذف ردیف‌های کناری هر کرت به عنوان اثر حاشیه، نمونه‌برداری فقط از دو ردیف وسط انجام شد. یکی از مهمترین خصوصیات کیفی گیاه، میزان نیتروژن برگ آن می‌باشد. افزایش مقدار نیتروژن برگ باعث افزایش دوره سبزیگی گیاه شده و با حفظ شادابی برگ و با به تاخیر انداختن پیری آن، زمینه لازم برای

جدول ۲- عمق آب مصرفی در تیمارهای مختلف در طول فصل رشد و در طول دوره اعمال تیمار

نام تیمار	عمق آب مصرفی در طول فصل رشد (mm)	عمق آب مصرفی در طول دوره اعمال تیمار (mm)	درصد صرفه جویی در مصرف آب در طول دوره اعمال تیمار (%)	درصد صرفه جویی در مصرف آب در کل فصل رشد (%)
FI	۶۱۳	۳۷۲	-	-
PRD75	۵۲۰	۲۷۹	۲۵	۱۵/۲
PRD55	۴۴۵	۲۰۴	۴۵	۲۷/۴
DI75	۵۲۰	۲۷۹	۲۵	۱۵/۲
DI55	۴۴۵	۲۰۴	۴۵	۲۷/۴

جدول ۳- اثر تیمارهای کم آبیاری بر اجزای عملکرد محصول

تیمار	طول بلال (cm)	قطر بلال (mm)	دانه در ردیف	دانه در ستون	وزن هزار دانه (g)
FI	۲۴/۱۳ ^a	۴۵/۶۳ ^a	۱۴ ^a	۴۹ ^a	۱۷۵ ^a
PRD ₇₅	۲۳/۵۳ ^b	۴۵/۲۵ ^b	۱۴ ^a	۴۸ ^{ab}	۱۷۲/۶۰ ^a
DI ₇₅	۲۳/۲۲ ^c	۴۵/۱۸ ^b	۱۳ ^a	۴۶ ^b	۱۶۳/۶۹ ^b
PRD ₅₅	۲۲/۸۸ ^d	۴۵/۱۷ ^b	۱۳ ^a	۳۸ ^c	۱۴۵/۹۶ ^c
DI ₅₅	۲۱/۴۶ ^e	۴۲/۵۳ ^c	۱۳ ^a	۳۸ ^c	۱۴۱/۲۴ ^d

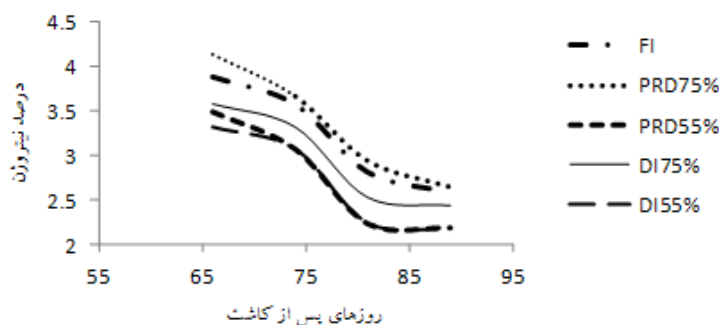
میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون در سطح پنج درصد اختلاف معنی دار ندارند



شکل ۱- تأثیر تیمارهای آبیاری بر درصد پروتئین دانه در انتهای فصل رشد

کم آبیاری را می‌توان به کاهش سطح برگ در نتیجه تنش رطوبتی حاکم منسوب نمود. کاهش این صفت در نتیجه تنش رطوبتی در مطالعات بسیاری گزارش شده است (۲، ۳، ۴). در برخی مطالعات گزارش شده است که تنش خشکی در نتیجه اعمال کم آبیاری روی انتقال جاری و مجدد مواد فتوسنتزی بوته‌ها تأثیر منفی گذاشته و موجب کاهش مواد منتقل شده به دانه شده و در نهایت منجر به چروکیدگی و کاهش وزن دانه‌ها می‌گردد، با این وجود میزان وزن هزار دانه در تیمارهای FI و PRD₇₅ اختلاف معنی دار نداشته است (۲، ۳، ۴).

ترتیب مقادیر اجزای عملکرد و کیفیت گیاه را تحت تاثیر خود قرار دهد. نتایج این مطالعه نیز این فرضیه را به اثبات می‌رساند (۲۰). نتایج بررسی خصوصیات کمی محصول ذرت نشان داد که تفاوت معنی دار بین وزن هزار دانه در دو تیمار آبیاری کامل و کم آبیاری ناقص ریشه در سطح ۷۵ درصد وجود نداشت، اما این تفاوت در تیمار کم آبیاری معمولی ۷۵ درصد با همان سطح آبیاری وجود داشت (جدول ۳). حداقل و حداکثر مقدار صفت مذکور برابر ۱۷۵ و ۱۴۱ گرم، به ترتیب مربوط به تیمارهای آبیاری کامل و کم آبیاری معمولی در سطح ۵۵ درصد بوده است. علت کاهش وزن هزاردانه در تیمارهای



شکل ۲- روند تغییرات میزان نیتروژن تجمع یافته در برگ در تیمارهای مختلف در طول فصل رشد

جدول ۴- اثر تیمارهای کم آبیاری بر میزان نیتروژن تجمع یافته در برگ در طول فصل رشد

تعداد روزهای پس از کاشت (DAP)	۶۶	۷۴	۸۱	۸۹
تیمار	نیتروژن برگ (%)			
FI	۳/۸۸ ^a	۳/۵۷ ^b	۲/۸۱ ^b	۲/۵۸ ^b
PRD ₇₅	۳/۱۴ ^a	۳/۶۶ ^a	۲/۹۴ ^a	۲/۶۴ ^a
DI ₇₅	۳/۵۸ ^a	۳/۳۲ ^b	۲/۵۳ ^c	۲/۴۳ ^b
PRD ₅₅	۳/۴۹ ^a	۳/۰۷ ^c	۲/۲۳ ^d	۲/۱۸ ^c
DI ₅₅	۳/۳۲ ^a	۳/۰۷ ^c	۲/۱۸ ^d	۲/۱۷ ^c

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

و کمترین مقدار این صفت به ترتیب مربوط به تیمارهای کم آبیاری ناقص ریشه درصد (۱۰/۰۲ درصد) و کم آبیاری ناقص ریشه در سطح ۵۵ درصد (۹/۱۴ درصد) است (شکل ۱). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها حاکی از وجود یک اختلاف معنی‌دار در میزان پروتئین دانه بین تیمارهای FI با DI₇₅ و PRD₇₅ می‌باشد (شکل ۱). افزایش میزان پروتئین دانه دلالت بر تجمع بیشتر نیتروژن در آن دارد (۷)، که خود جذب بیشتر نیتروژن از پروفیل خاک در محدوده ریشه گیاه را به اثبات می‌رساند. وانگ و همکاران^۵ نیز افزایش میزان جذب نیتروژن تحت تیمارهای کم آبیاری ناقص ریشه در گیاه ذرت را گزارش نموده‌اند (۲۱). افزایش میزان جذب نیتروژن تحت اعمال تیمار کم آبیاری ناقص ریشه در مطالعات بسیار دیگری نیز گزارش شده است (۲۱، ۱۵، ۱۳، ۱۱، ۱۰، ۵). نتایج به دست آمده از این تحقیق در طول فصل رشد نیز گواهی این مطلب است که میزان نیتروژن تجمع یافته در برگ و دانه ذرت در تیمار PRD₇₅ بالاترین مقادیر را به خود

با نگاهی به جدول (۳) می‌توان دریافت که بیشترین و کمترین مقدار طول بلال به ترتیب مربوط به تیمارهای آبیاری کامل (۲۴/۱۳ سانتی‌متر) و کم آبیاری معمولی در سطح ۵۵ درصد (۲۱/۴۶ سانتی‌متر) بوده است. نتایج تحلیل واریانس حاکی از وجود یک اختلاف معنی‌دار در مقادیر به دست آمده صفات طول و قطر بلال بین تمام تیمارها می‌باشد. حداکثر و حداقل مقدار قطر بلال برابر ۴۵/۶۲ و ۴۲/۵۲ میلی‌متر بوده و به ترتیب در تیمارهای آبیاری کامل و کم آبیاری معمولی در سطح ۵۵ درصد مشاهده شده است (جدول ۳). با توجه به نتایج موجود در جدول (۳) معلوم می‌گردد که برای صفت تعداد دانه در ردیف، اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف وجود ندارد در حالی که برای صفت دانه در ستون، اختلاف معنی‌دار بین تیمار آبیاری کامل با سایر تیمارها وجود داشته است. با این وجود مقدار این صفت برای دو تیمار آبیاری کامل و کم آبیاری ناقص ریشه در سطح ۷۵ درصد تفاوت معنی‌دار نداشته است. بررسی مقادیر به دست آمده برای میزان پروتئین دانه، نشان داد که اعمال تیمارهای کم آبیاری باعث افزایش میزان پروتئین دانه می‌گردد. نتایج نشان داد که بیشترین

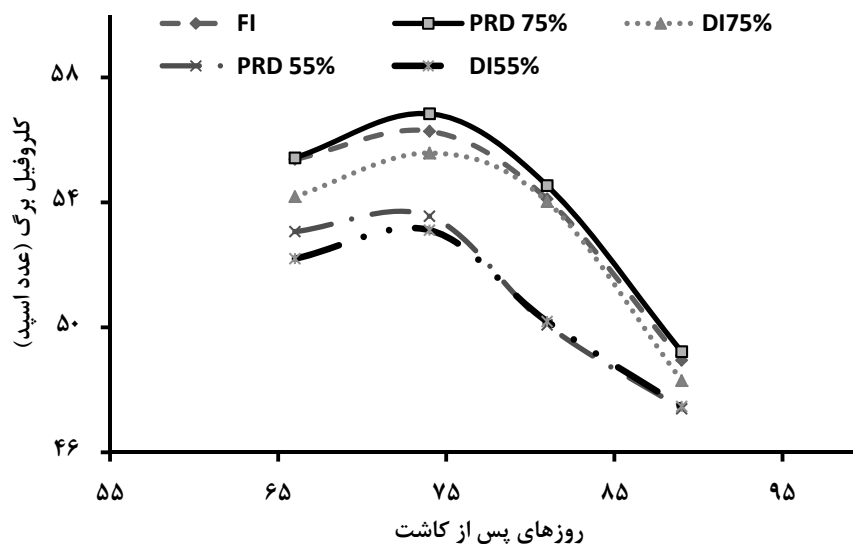
1- Wang et al.

بررسی میزان کلروفیل قرائت شده در برگ سوم گیاه در تاریخ های ۶۶، ۷۴ و ۸۹ روز بعد از کاشت نشان داد که اختلاف معنی دار بین مقادیر این صفت در تیمارهای مختلف وجود نداشته است (جدول ۵). بررسی همزمان مقادیر نیتروژن و کلروفیل برگ در طول فصل رشد حاکی از وجود یک همبستگی مثبت بین میزان نیتروژن و کلروفیل برگ با مجذور ضریب همبستگی ۶۸ درصد می باشد (شکل ۴). همبستگی بین میزان نیتروژن و کلروفیل برگ در مطالعات بسیاری گزارش شده است (۹ و ۱۷). بالاتر بودن مقادیر دانه در ستون، وزن هزار دانه، میزان نیتروژن و کلروفیل برگ و درصد پروتئین دانه در تیمار PRD₇₅ را میتوان به افزایش میزان فتوسنتز (۹ و ۱۷)، طول دوره سبزیگی و به تأخیر انداختن پیری گیاه منسوب نمود که در نتیجه سبب افزایش کیفیت محصول در این تیمار می شود. شانه نظری و همکاران طی تحقیقی بیان نمودند که اعمال تیمار کم آبیاری ناقص ریشه روی گیاه سبب زمینی، با افزایش میزان فتوسنتز و سبزیگی گیاه و در نتیجه به تأخیر انداختن پیری گیاه در مقایسه با تیمارهای FI و DI، موجبات افزایش کیفیت محصول در این تیمار را فراهم می آورد (۱۹).

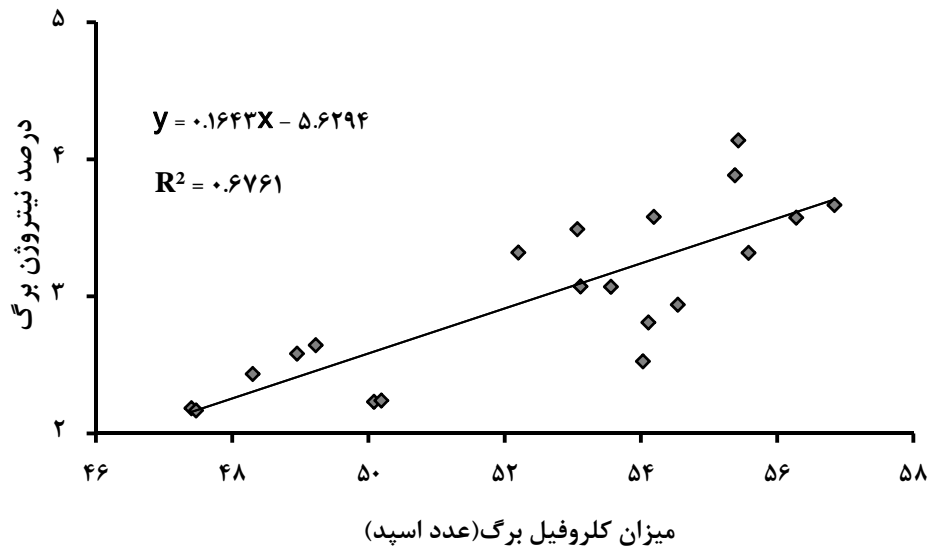
اختصاص داده است (شکل ۱، جدول ۴). بررسی روند تجمع نیتروژن در برگ در طول دوره اعمال تیمار نشان می دهد که این روند در تمام تیمارها نزولی بوده است (شکل ۲). با نگاهی به شکل (۲) می توان دریافت که بیشترین و کمترین میزان نیتروژن برگ در تمام تاریخ های مورد بررسی به ترتیب مربوط به تیمار PRD₇₅ و DI₅₅ بوده است.

نتایج مقایسه میانگین داده ها نشان داد که بین مقادیر به دست آمده برای درصد نیتروژن برگ در تیمارهای مختلف در اوایل اعمال کم آبیاری (۶۶ روز پس از کاشت) تفاوت معنی دار وجود نداشته است. اما این مقادیر پس از گذشت حدود ۲۰ روز از اعمال کم آبیاری در تیمار PRD₇₅ (تاریخ های ۸۱، ۷۴ و ۸۹ روز بعد از کاشت) در حد معنی دار بیشتر از تیمار FI بوده و در تیمارهای PRD₅₅ و DI₅₅ کمتر از تیمار FI بوده است (جدول ۴).

مشابه با روند تغییرات نیتروژن برگ، بیشترین و کمترین میزان کلروفیل برگ در تمام تاریخ های مورد بررسی به ترتیب مربوط به تیمار PRD₇₅ و DI₅₅ بوده است. در کل فصل رشد در همه تیمارها روند تغییرات کلروفیل برگ ابتدا صعودی و سپس نزولی بوده است، به طوری که حداقل مقدار این صفت در تمام تیمارها در انتهای فصل رشد به دست آمده است (شکل ۳).



شکل ۳- روند تغییرات میزان کلروفیل برگ در تیمارهای مختلف در طول فصل رشد.



شکل ۴- همبستگی بین میزان نیتروژن و کلروفیل برگ در طول فصل رشد

جدول ۵- اثر تیمارهای کم آبیاری بر میزان کلروفیل برگ در طول فصل رشد

تعداد روزهای پس از کاشت کاشت	۶۶	۷۴	۸۱	۸۹
تیمار	میزان کلروفیل (قرائت اسپد)			
FI	۵۵/۳۸ ^a	۵۶/۲۸ ^a	۵۴/۱۱ ^a	۴۸/۹۵ ^a
PRD ₇₅	۵۵/۴۳ ^a	۵۶/۸۴ ^a	۵۴/۵۴ ^a	۴۹/۲۳ ^a
DI ₇₅	۵۴/۱۹ ^a	۵۵/۵۸ ^a	۵۴/۰۳ ^a	۴۸/۳۰ ^a
PRD ₅₅	۵۳/۰۶ ^a	۵۳/۵۶ ^a	۵۰/۰۸ ^b	۴۷/۴۰ ^a
DI ₅₅	۵۲/۲۰ ^a	۵۳/۱۱ ^a	۵۰/۱۹ ^b	۴۷/۴۷ ^a

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

جذب مقدار کافی نیتروژن از خاک و لذا افزایش میزان نیتروژن برگ، به دلیل افزایش دوره سبزیگی گیاه و حفظ شادابی برگ، ضمن افزایش کیفیت محصول ذرت و عدم کاهش معنی‌دار خصوصیات کمی آن، موجب صرفه جویی ۲۵ درصد مصرف آب در طول دوره اعمال تیمار را شده و در نتیجه یک روش مطمئن در راستای کنترل مصرف آب در استان مازندران قلمداد می‌گردد. به همین دلیل، تکرار این مطالعه در شرایط اقلیمی دیگر به منظور صحت‌یابی نتایج به‌دست آمده در راستای مقابله با معضل بحران آب و با حفظ توأمان ارزش‌های اقتصادی و زیست محیطی توصیه می‌گردد.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه، تاثیر اعمال شیوه‌های کم‌آبیاری ناقص ریشه و کم‌آبیاری معمولی روی کیفیت دانه ذرت تحت سیستم آبیاری قطره‌ای در شرایط مزرعه بررسی شده است. این مطالعه در قالب طرح کامل تصادفی با پنج تیمار شامل آبیاری کامل (FI)، کم‌آبیاری ناقص ریشه در سطح ۷۵ درصد (PRD₇₅) و ۵۵ درصد (PRD₅₅) و کم‌آبیاری معمولی در دو سطح ۷۵ درصد (DI₇₅) و ۵۵ درصد (DI₅₅) و سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال زراعی ۱۳۸۹-۹۰ انجام شد. نتایج به دست آمده از این مطالعه تأیید می‌نماید که روش کم‌آبیاری ناقص ریشه در سطح ۷۵ درصد، با

منابع

- ۱- حسینی، ز. ۱۳۶۹. روش‌های متداول در تجزیه مواد غذایی. انتشارات دانشگاه شیراز.
- ۲- کلهری، ج. د.، مظاهری، د. و حسین‌زاده، ع. ۱۳۸۱. بررسی قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام آفتابگردان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران. ۱۱۸ صفحه.
- ۳- کریم‌زاده، ک.، مظاهری، د. و پیغمبری، آ. ۱۳۸۳. اثر چهار دور آبیاری بر عملکرد و صفات کمی سه رقم آفتابگردان. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۰(۲): ۲۹۳-۳۰۱.
- ۴- مظاهری لقب، ح. ف.، نوری، ح.، زارع ایبانه، ح. و وفايي، م. ح. ۱۳۸۰. اثر آبیاری تکمیلی بر صفات مهم زراعی سه رقم آفتابگردان در زراعت دیم. پژوهش کشاورزی، ۳(۱): ۳۱-۴۴.

- 5- Birch, H. F. 1958. The effect of soil drying on humus decomposition and nitrogen availability. *Plant Soil*, 10: 9-31.
- 6- Bolanos, J., Edmeads, G. O. and L. Martinez. 1993. Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize. III. Responses in drought-adaptive physiological and morphological traits. *Field Crops Research*, 31:269-286.
- 7- Davies, W. J., Wilkinson, S. and B. R. Loveys. 2002. Stomatal control by chemical signaling and the exploitation of this mechanism to increase water use efficiency in agriculture. *New phytologist*, 153: 449-460.
- 8- Edmeads, G. O., Bolanos, J. and H. R. Laffitte. 1992. Progress in breeding for drought tolerance in maize. *Proceeding of the 47th Annual Corn and Sorghum Research Conference*, Washington DC.
- 9- Gianquinto, G., Sambo, P and F. Pimpini. 2003. The use of SPAD-502 chlorophyllmeter for dynamically optimising the nitrogen supply in potato crop. *first results Acta Horticulturae*, 627: 225-230.
- 10- Hu, T., Kang, S., Li, F. and J. Zhang. 2009. Effects of partial root-zone irrigation on the nitrogen absorption and utilization of maize. *Agriculture. Water Management*, 96: 208-214.
- 11- Jarvis, P., Rey, A., Petsikos, C., Wingate, L., Rayment, M., Pereira, J., Banza, J., David, J., Miglietta, F., Borghetti, M., Manca, G. and R. Valentini. 2007. Drying and wetting of Mediterranean soils stimulates decomposition and carbon dioxide emission. *the "Birch effect"*. *Tree Physiology*, 17: 929-940.

- 12- Kang, S. and J. Zhang. 2004. Controlled alternate partial root- Zone irrigation: its physiological consequences and impact on water use efficiency. *Journal of Experimental Botany*, 55: 2437–2446.
- 13- Kirda, C., Topcu, S., Kaman, H., Ulger, A. C., Yazici, A., Cetin, M. and M. R. Derici. 2005. Grain yield response and N-fertiliser recovery of maize under deficit irrigation. *Field Crops Research*, 93: 132-141.
- 14- Leib, B. G., Caspari, H. W., Redulla, C. A., Andrews, P. K. and J. Jabro. 2006. Partial rootzone drying and deficit irrigation of 'Fuji' apples in a semi-arid climate. *Irrigation Science*, 24: 85-99.
- 15- Mingo, D. M., Theobald, J. C., Bacon, M. A., Davies, W. J. and I. C. Dodd. 2004. Biomass allocation in tomato (*Lycopersicon esculentum*) plants grown under partial rootzone drying: enhancement of root growth. *Functional. Plant Biology*, 31: 971–978.
- 16- Qadir, M. 2003. Agricultural water management in water starved countries: Challenges and opportunities. *Agricultural Water Management*, 62: 165-185.
- 17- Rodriguez, I. R. and L. M. Grady. 2000. Using a chlorophyll meter to determine the chlorophyll concentration nitrogen concentration and visual quality of St. Austinne grass. *Horticulture Science*, 35: 751-754.
- 18- Shahnazari, A., Liu, F., Andersen, M. N., Jacobsen, S. E. and C. R. Jensen. 2007. Effects of partial root-zone drying on yield, tuber size and water use efficiency in potato under field conditions. *Field Crops Research*, 100: 117-124.
- 19- Shahnazari, A., Ahmadi, S. H., Lærke, P. E., Liu, F., Plauborg, F., Jacobsen, S. E., Jensen, C. R. and M. N. Andersen. 2008. Nitrogen dynamics in the soil-plant system under deficit and partial root-zone drying irrigation strategies in potatoes. *European. Journal. of Agronomy*, 28: 65-73.
- 20- Spreer, W., Nagle, M., Neidhart, S., Carle, R., Ongprasert, S. and J. Muller. 2007. Effect of regulated deficit irrigation and partial rootzone drying on the quality of mango fruits. *Agricultural Water Management*, 88: 173–180.
- 21- Wang, H., Liu, F., Andersen, M. N. and C. R. Jensen. 2009. Comparative effects of partial root-zone drying and deficit irrigation on nitrogen uptake in potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Irrigation Science*, 6: 443-448.
- 22- Zhou, Q., Li, F., Huang, J. and D. Qin. 2007. Effect of partial root-zone irrigation on physiological change and quality of lily (*Lilium* spp) cut flower. *Northern Horticulture*, 3: 33–38. (In Chinese, with English abstract).