عملکرد راندمان مصرف آب در کلزا در شرایط آبیاری PRD

فاطمه جعفری[۱]، حمید رضا میری[۲] و برمک جعفری حقیقی[۲]

چکیده

برای غلبه بر کمبود آب، مدیریت و صرفه جویی در مصرف آب کشاورزی ضروری است. در طول دو دهه اخیر روش های مدیریت آبیاری از جمله آبیاری خشکی بخشی از ریشه(PRD)، معرفی شده اند. در این تحقیق مزرعه ای اثر آبیاری PRD بر بهبود کارآیی مصرف آب در کلزا بررسی شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. تیمارها شامل فاکتور آبیاری در سه سطح آبیاری کامل، آبیاری یک در میان متناوب و آبیاری یک در میان ثابت و فاکتور استفاده از مالچ در سه سطح بدون مالچ، کاربرد مالچ بین و روی ردیف و کاربرد مالچ بین ردیف بود. نتایج نشان داد که کارآیی مصرف آب بین تیمار آبیاری یک در میان متناوب و سایر تیمارها ی آبیاری اختلاف معنی داری داشت. بطوریکه در تیمار آبیاری یک در میان متناوب نسبت به تیمار آبیاری کامل و آبیاری یک در میان ثابت به ترتیب ۱/۷۰ و ۹/٦۱ درصد افزایش داشت. تاثیر سطوح مختلف کاربرد مالچ نیز بر راندمان مصرف آب معنی دار بود، به طوریکه بیشترین کارایی مصرف آب در تیمار کاربرد مالچ بین و روی ردیف با میانگین٤٨/٠ کیلوگرم بر متر مکعب بدست آمد. در مجموع با توجه به نتایج به دست آمده برای رسیدن به حداکثر راندمان مصرف آب و عملکرد قابل قبول در کلزا تیمار آبیاری یک در میان متناوب به همراه کاربرد مالچ بین و روی ردیف در منطقه آزمایشی و مناطق آب و هوایی مشابه پیشنهاد می گردد.

کلمات کلیدی :آبیاری خشک نگه داشتن بخشی از ریشه، مالچ، راندمان مصرف آب، عملکرد، کلزا

۱ – دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

۲ – استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مقدمه

یکی از شاخص هایی که برای ارزیابی مدیریت آبیاری مورد استفاده قرار می گیرد، کارایی مصرف آب[1] می‌باشد. کارایی مصرف آب، محصول تولید شده به ازای تبخیرو تعرق صورت گرفته است. با توجه به خطر کمبود آب در دنیا امروزه کارایی مصرف آب اهمیت زیادی یافته است. دانشمندان به دنبال راه هایی هستند که آن را بهبود بخشند یا سیستم کشت را به صورتی تغییر دهند که به صورت بهینه ازآب استفاده شود (دهشیری و همکاران، ۱۳۸۰). هدف اصلی از اجرای کم آبیاری، افزایش راندمان مصرف آب، از طریق کاهش میزان آب آبیاری در هر نوبت و یا حذف آبیاری هایی است که کمترین بازدهی را دارند (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵).

کم آبیاری یک راه کار بهینه سازی است که طی آن محصولات را به عمد در شرایط کمبود آب و کاهش عملکرد قرار می دهند. این روش در منطقه ٔاگالالای جنوبی، حوزه کلمبیا و مناطق دیگر ایالات متحده، شبه قاره هند، بخش هایی از آفریقا و مناطق دیگر ایالات متحده و بخش هایی از آفریقا مورد استفاده قرار می‌گیرد (دهشیری و همکاران، ۱۳۸۰). اصولا، کم آبیاری یک روش اضطراری آبیاری در شرایط کم آبی نیست، بلکه یک نوع مدیریت کارا و پویای بهره برداری به شمار می رود و آثار ویژه ای در مدیریت استحصال، انتقال و مصرف آب و در نها یت بر مدیریت اقتصادی دارد (کامگارحقیقی و شعبانی، ۱۳۸۸).

پس از گذشت کمتر از دو دهه از شروع کم آبیاری شیوه نوینی تحت عنوان آبیاری بخشی از منطقه ریشه[2] (PRD) ارائه شده است (باکون، ۱۳۸۷). تکنیک آبیاری PRD یک تکنیک جدید کم آبیاری می باشد که کارایی مصرف آب را بدون کاهش مشخصی در عملکرد گیاه ، بهبود می بخشد (حسینی، ۱۳۸٤). آبیاری PRD یک شکل خاص از کم آبیاری است. در این روش، به جای روش معمول آبیاری یک نواخت درتمام منطقه توسعه ریشه، تأمین آب به صورت متناوب تنها در یک طرف از منطقه ریشه صورت گرفته و درآبیاری بعدی معکوس عمل می شود. این روند می تواند بسته به نوع گیاه از ابتدا تا پایان دوره کشت ادامه یابد و یا فقط در یک مرحله خاص اعمال گردد (حسینی، ۱۳۸٤) . تکنیک آبیاری بخشی با خیس کردن فقط یک طرف ر یشه ها به صورت متناوب باعث می شود گیاه اسید ابسسیک (ABA) ترشح کرده که در نتیجه بیشتر روزنه های برگ های گیاه مسدود شده، میزان تعرق گیاه و رشد رویشی گیاه کاهش یابد (حسینی، ۱۳۸٤).

واکریم و همکاران (۲۰۰۲) در مراکش در کشت لو بیا، سه تیمار آبیاری کامل، آ بیاری بخشی و کم آ بیاری تنظیم شده[3] (RDI) در حد ٪۵۰ نیاز آبی گیاه را با هم مقا یسه نموده و نتیجه گرفتند که کاهش بیوماس اندام های هوایی و غلاف لوبیا در اثر کم آبیاری و در نتیجه کاهش جذب دی اکسید کربن بوده و کارایی مصرف آب تحت تیمارها ی RDI وPRD افزایش یافت. بوتا و همکاران (۲۰۰٦) در کشور اسپا نیا ابزارهای فیزیولوژیک را در برنامه ریزی آبیاری برای درخت مو مورد بررسی قرار دادند. به منظور بهبود کارایی مصرف آب این مطالعات در منطقه مدیترانه روی درختان ز یتون، انگور و مرکبات و همچنین گیاهان گوجه فرنگی، ذرت، پنبه، بادمجان و فلفل تحت سیستم آبیاری بخشی انجام شد. نتا یج حاصل از تحقیقات نشان داد که در سیستم های کم آبیاری، در میزان مصرف آب به طورقابل ملاحظه ای صرفه جویی به عمل می آید، به علاو در بعضی موارد مقدار و کیفیت محصول افزایش یافته و میزان هدررفت مواد مغذ ی به صورت رواناب و

1- Water use efficiency
2- Partial Root Drying
3- Regulated Deficit Irrigation

نفوذ عمقی کاهش می یابد و همچنین صرفه جویی زیادی در هزینه ها از طریق کاهش استفاده از آب و هرس، می‌شود. اندرسون و همکاران (۲۰۰۵) با کار روی سیستم آبیاری PRD، نقاط قوت و ضعف این سیستم، تأثیر آن بر عملکرد محصول سیب زمینی، اندازه غده و راندمان استفاده از آب تحت شرایط مزرعه در دانمارک، به این نتیجه رسیدند که ذخیره آب و در نتیجه راندمان استفاده از آب و نیز جذب نیتروژن توسط گیاه به میزان قابل توجهی در اثر کاربرد این سیستم افزایش می یابد.

کردا و همکاران (۲۰۰۰) در کشور تر کیه نشان دادند که سیستم آبیاری PRD صرفه جو یی قابل توجه‌ای در آب آ بیاری مورد استفاده پنبه ایجاد نموده و محصول چندین هفته زودتر از روش آبیاری سنتی آماده برداشت است و چون قبل از بارش های پاییزی برداشت انجام می شود شانس به دست آوردن محصول با کیفیت بالا افز ایش خواهد یافت. زگبی و همکاران(۲۰۰٤) درکشور نیوزلند تأثیر سیستم آ بیاری بخشی روی گیاه گوجه فرنگی را با استفاده از دو روش آبیاری، آبیاری قطر ه ای و آبیاری شیاری بررسی کردند. در این آزمایش چهار تیمار در نظر گرفته شد به طوری که در ابتدا روش آبیاری شیاری به صورت آبیاری کامل (تمام سیستم ر یشه گیاه سیراب شود) و همچنین آبیاری شیاری به صورت آبیاری یک در میان را اجرا و باهم مقایسه کردند. سپس سیستم آ بیاری قطره ای (تمام سیستم ریشه گیاه سیراب شود) را با سیستم آبیاری قطره ای (PRD) اجرا و با هم مقا یسه نمودند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که میزان کارایی مصرف آب در تیمارهای PRD در مقایسه با تیمارهای دیگر افزایش یافت. آبیاریPRD، راندمان مصرف آب آبیاری را ۷۰ درصد بهبود بخشید. سلطانی و همکاران (۱۳۸۵) در استان یزد یک مطالعه گلدانی روی گیاه کلزای پاییزه تحت پنج تیمار آ بیاری PRD با آب با شوری ٦/٥٦ دسی زیمنس برمتر و میزان آبیاری معادل ٪۵۰ تخلیه مجاز در گلدان هایی که وسط آنها با تیغه بسیار نازک به دو قسمت تقسیم شده بود انجام دادند. نتایج این تحقیق گلدانی نشان داد که با اعمال PRD راندمان کاربرد آب دو برابر شد در حالی که با کاهش میزان آب به نصف، عملکرد دانه فقط ۹/٥٦ ٪ کاهش یافت. با کاهش میزان آب به میزان ۵۰٪، تعداد خورجین۲۳/۹ ٪ کاهش یافت. تحت PRD غلظت عناصرفسفر، پتاسیم، منیزیم، سدیم ، کلر، مس، رو ی و آهن افزایش یافت ولی غلظت منگنز و کلسیم در کلزا کاهش یافت.

مطالعات کم آبیاری در ایران با عناوین مختلفی از قبیل تیمار آبیاری متناوب شیاری، تیمار آبیاری جویچه-ای یک در میان به صورت تحقیقات مزرعه ای و تیمار آبیاری بخشی به صورت تحقیقات گلدانی انجام شده است (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲). در عین حال مطالعات آبیاری بخشی(PRD) عمدتًا به صورت گلدانی و یا در محیط گلخانه انجام شده است. ویژگی مطالعهٔ حاضر اعمال تکنیک PRD روی گیاه کلزا در محیط مزرعه و در مقایسه با تیمار آبیاری کامل است. هدف از انجام این آزمایش بررسی کارایی مصرف آب در گیاه کلزا با اعمال تیمار آبیاری بخشی در مقایسه با تیمار آبیاری کامل می باشد.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۰- ۱۳۸۹ در منطقه فیروزآباد در جنوب شرقی استان فارس با طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۳٦ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۵۲ دقیقه و ۱۳۷۰ متر ارتفاع از سطح دریا، اجرا شد. حداقل درجه حرارت این منطقه ۳ درجه سانتی گراد در اواخر دی ماه و حداکثر درجه حرارت آن در اواسط مرداد ماه حدود ٤۵ درجه سانتی گراد ثبت شده است. میانگین دمای منطقه محل

آزمایش در طی دوره آزمایش ۱۶/۸ و میانگین نزولات سالیانه در این منطقه حدود ۳۱۵ میلیمتر می باشد. بافت خاک مزرعه لومی سیلت و منبع آب مورد استفاده مزرعه، آب زیر زمینی می باشد که توسط پمپاژ از چاه تامین می گردد.

جهت دست یابی به اهداف مورد مطالعه در مزرعه برای اینکه تکنیک آبیاری بخشی تنها یک طرف ریشه‌ها آبیاری شود به جای فواصل کشت معمول در کلزا از فواصل کشت ۶۰ cm استفاده شد. آزمایش به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی با آرایش فاکتوریل با چهار تکرار روی رقم کلزا Hayola 401 اجرا شد. تیمارها شامل فاکتور آبیاری در سه سطح آبیاری کامل، آبیاری یک در میان متناوب و آبیاری یک در میان ثابت و فاکتور استفاده از مالچ در سه سطح بدون مالچ، کاربرد مالچ بین و روی ردیف و کاربرد مالچ بین ردیف بود. با توجه به بارندگی های فصلی، اعمال تیمار آبیاریPRD به طور کامل از ابتدای فروردین ماه، در مرحله ساقه رفتن صورت پذیرفت. فاصله هر آبیاری مطابق با عرف منطقه یعنی ۶ روز در نظر گرفته شد. بر اساس نتایج آزمون خاک و توصیه کودی، ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به صورت تقسط در سه مرحله به مزرعه اضافه شد. کنترل علف های هرز نیز به صورت دستی انجام پذیرفت.

عملیات برداشت در تاریخ ۱۰خرداد ماه با استفاده از نیروی کارگری با توجه به کشت کرتی محصول انجام شد. اندازه گیری ها شامل تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت و کارآئی مصرف آب بود که از دو ردیف وسط پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای کرت جهت کاهش اثر حاشیه ای برآورد گردید. کارآیی مصرف آب (بر حسب kg/m^3) از تقسیم عملکرد دانه به حجم آب مصرفی برای هر تیمار آبیاری محاسبه شد. حجم آب مصرفی در هر کرت با استفاده از کنتور حجمی اندازه گیری شد. همچنین در مرحله گلدهی میزان فتوسنتز با استفاده از دستگاه فتوسنتزمتر (مدل CID ساخت آمریکا) و میزان کلروفیل a و b با استخراج عصاره برگی بر اساس روش آرنون (۱۹۷۲) و اندازه گیری میزان جذب نور توسط عصاره استخراج شده با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۶۳ و ۶۴۵ و با استفاده از فرمول های ذیل اعداد مربوط به کلروفیل a و b بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر محاسبه شد.

$$a = 12/7(663) - 2/69(645) \times v/1000 \times w$$
$$b = 22/9(645) - 4/69(663) \times v/1000 \times w$$

وزن تر نمونه = w حجم نمونه استخراج شده = v

تجزیه و تحلیل آماری طرح با نرم افزار Mstatc و رسم نمودارها با نرم افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد

وزن هزار دانه- وزن هزار دانه اختلاف معنی بین تیمارهای آبیاری دارا بود (جدول۱). مقایسه میانگین ها نشان داد که بین روش آبیاری شاهد و آبیاری یک در میان متناوب، با آبیاری یک در میان ثابت از نظر این صفت تفاوت معنی داری وجود دارد و کم آبیاری روی این صفت تاثیر گذاشته است. سطح آبیاری معمولی بالاترین وزن هزار دانه را (به میزان۴/۳ گرم) دارا بود و آبیاری یک درمیان ثابت پایین ترین وزن

هزار دانه را به میزان۳/٤ گرم دارا بود. تنش خشکی در آبیاری یک در میان ثابت باعث عدم رشد دانه در خورجین وکاهش وزن دانه های تشکیل یافته می‌شود که با نتایج تحقیقات کامگارحقیقی و شعبانی (۱۳۸۸) که بیان داشتند تنش کم آبی در مرحله پر شدن دانه ها باعث تسریع در رسیدگی فیزیولوژیک، کوتاه شدن طول دوره پر شدن دانه و کاهش اندازه و وزن هزار دانه می شود، مطابقت دارد. همچنین با توجه به جدول۱ ملاحظه می گردد که کاربرد مالچ و عدم کاربرد مالچ بر وزن هزار دانه تاثیر معنی داری نداشته اند، اثرات متقابل تیمار های آبیاری و مالچ بر وزن هزار دانه معنی دار بود. در مورد آبیاری شاهد و سطوح مختلف کاربرد مالچ اختلاف معنی دار مشاهده نشد، اما در آبیاری یک در میان متناوب و ثابت استفاده از مالچ باعث افزایش وزن هزار دانه شد و در این دو تیمار بین سطوح مختلف مالچ اختلاف معنی دار بود، این نشان می دهد در شرایط بهینه آبیاری مالچ تاثیر زیادی ندارد ولی در شرایط کم آبیاری کاربرد مالچ می تواند سبب بهبود وضعیت رطوبتی خاک و کاهش اثرات ناشی از تنش کم آبی شود. روند کاهش وزن هزار دانه به گونه ای است که در سطوح مختلف روش‌های آبیاری بیشترین وزن از تیمار استفاده از مالچ بین و روی ردیف به میزان ٤/۲ گرم و کمترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار آبیاری یک در میان ثابت و بدون استفاده از مالچ (به میزان ۳/۱ گرم) بدست آمد. این بدان معنی است که کاربرد مالچ با بهبود شرایط رطوبتی و دمایی خاک باعث افزایش مواد پرورده در دوره پس از گلدهی شده و از اینرو وزن هزار دانه افزایش یافته است.

جدول۱- میانگین مربعات و سطح معنی داری اجزای عملکرد، عملکرد و شاخص برداشت

منابع تغییر	تعداد دانه در خورجین	تعداد خورجین در بوته	وزن دانه	عملکرد دانه	شاخص برداشت
تکرار	٤/۳۷۰	۲۲۳۱/۸۸۰	۰/۱۱٤	۹۰۹٤٦/۰۸۸	۲۱/۹۳۱
تیمار آبیاری	۳۰۸/۰۲۸*	۲۰٦۲۰/۳٦۱*	۱/۳۷۷*	۲۱۲٤٤۷٦/۲*	۳٥٦/۲۰۱*
تیمار مالچ	٦۳/۳٦۱*	۲۹۷۸/٥۲۸*	۰/۰۹٦ ns	٤۲۷٦۸٤/۱*	۷۸/۲۷۹*
اثر متقابل A*B	۷/۷۷۸*	۹٥۸/٤٤٤*	۱/۱۸٦*	۳۲٥٥۸۷/۷*	۳۰/۳٤۷*
خطا	۱/۲٤٥	۲۰۷/۹٦۳	۰/۰۸۰	۲۲۲٤۰/۹٥۷	٦/۳۸۱
ضریب تغییرات	٥/۲۰	٥/۰۸	۸/۱۳	۸/۲۳	٦/۳۹

* معنی دار در سطح ٥٪ و ns عدم معنی داری را نشان می دهد

تعداد خورجین در بوته- جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول۱) نشان داد که تعداد خورجین در گیاه تحت تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری قرار گرفت و این اختلاف در تیمار آبیاری یک در میان ثابت با کاهش بیشتر در تعداد خورجین همراه بود، به طوری که بیشترین تعداد خورجین در بوته در تیمار آبیاری کامل با تعداد ۳۲۷/۷ به دست آمد و آبیاری کامل و آبیاری یک در میان متناوب از نظر تعداد خورجین در بوته اختلاف معنی داری نداشتند. کم آبیاری در مرحله گلدهی و قبل از آن باعث کاهش شاخه های جانبی و تأثیر بر گرده افشانی گل های کلزا، کاهش باروری گل ها و خشک شدن آنها شده، در نتیجه خورجین و دانه تشکیل می‌شود. اندرسون و همکاران

(۲۰۰۵) نیز در آزمایشات خود به این نتایج رسیدند. سطوح مختلف کاربرد مالچ تاثیر معنی داری بر تعداد خورجین در بوته داشت، به طوری که بیشترین تعداد

تعداد دانه در خورجین- اثر تیمار آبیاری، سطوح مالچ و اثر متقابل آنها بر تعداد دانه در خورجین معنی دار بود (جدول ۱). تعداد دانه در خورجین در تیمارهای آبیاری در دو گروه مختلف قرارگرفتند، به طوری که بیشترین تعداد دانه درخورجین در تیمار آبیاری کامل با میانگین ۲۶/۲۹ دانه در خورجین به دست آمد و آبیاری یک در میان متناوب و آبیاری کامل از نظر تعداد دانه درخورجین اختلاف معنی داری نداشتند و میزان این صفت درآبیاری یک در میان ثابت با میانگین تعداد ۱۶/۹۲ با کاهش ۳۵ درصد در تعداد دانه در خورجین اختلاف معنی داری با دو سطح دیگر آبیاری داشت. استنب و همکاران (۲۰۰۷) نیز بیان کردند، کاهش تعداد دانه در خورجین ناشی از اثر منفی تنش خشکی روی گرده افشانی و بارور شدن گل ها می باشد.

سطوح مختلف کاربرد مالچ و اثر متقابل آبیاری و مالچ بر تعداد دانه در خورجین معنی دار بود (جدول ۱)، به طوریکه با کاربرد مالچ تعداد دانه در خورجین افزایش یافت و این بدان معنی است که کاربرد مالچ خورجین متعلق به تیمار استفاده از مالچ بین و روی ردیف با میانگین ۲۹۹/۸ بود که به طور متوسط ۲۱ درصد بیشتر از تیمار بدون مالچ بود.

با بهبود شرایط رطوبتی و دمای خاک باعث بهبود رشد گیاه در دوره پس از گلدهی و افزایش تعداد دانه در خورجین شده است.

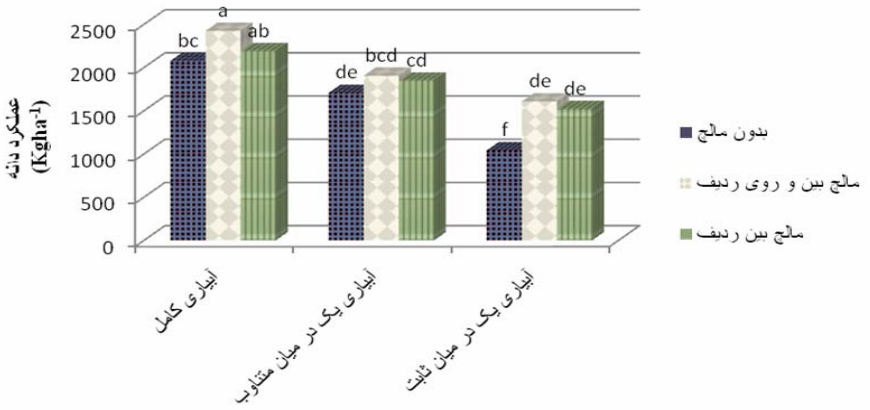
عملکرد دانه- جدول مقایسه میانگین ها (جدول۱) نشان داد که تیمار های آبیاری تاثیر معنی داری در سطح ۵ درصد بر عملکرد دانه داشتند. بیشترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری کامل با مقدار ۲۲۲۹ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و آبیاری یک در میان ثابت جویچه ها با میانگین ۱۳۸۸ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را داشت که با ۳۸ درصد کاهش عملکرد از نظر آماری اختلاف معنی داری نسبت به دو سطح دیگر آبیاری داشت. میزان این صفت در آبیاری یک در میان متناوب جویچه ها پس از آبیاری کامل قرار گرفت که تفاوت معنی داری با میزان عملکرد دانه در تیمار آبیاری شاهد نداشت (نمودار ۱).

نمودار۱- میانگین عملکرد دانه در روش های مختلف آبیاری

لازم به ذکر است به دلیل اینکه تیمارهای آبیاری قبل از مرحله گلدهی(حساس ترین مرحله رشدی کلزا به تنش کم آبی)، اعمال شده است یکی از دلایل کاهش عملکرد در تیمار آبیاری یک در میان متناوب و ثابت، کاهش تعداد خورجین، کاهش تعداد دانه در خورجین، و در نهایت کاهش وزن هزار دانه می باشد، هر چند که کاهش عملکرد واختلاف عملکرد در آبیاری یک در میان متناوب معنی دار نبود، و به دلیل اینکه گرایش تحقیق توجه به کارایی مصرف آب می باشد، این مقدار کاهش با توجه به صرفه جویی در آب نسبت به تیمار شاهد معنی دار نمی باشد و قابل چشم پوشی است.

کردا و همکاران (۲۰۰۰) در مطالعه روی گوجه فرنگی با اعمال تیمار آبیاری کامل و آبیاری بخشی از ریشه مشاهده نمودند که بیشترین عملکرد دانه به تیمار آبیاری کامل و سپس آبیاری یک در میان متناوب تعلق دارد، که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت می کند.

کاربرد مالچ در مقایسه با تیمار بدون مالچ تاثیر معنی داری بر عملکرد دانه داشت. در ارتباط با اثر متقابل سطوح آبیاری و مالچ مشخص شد که بیشترین مقدار عملکرد دانه با میانگین ۲٤۲٤ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار استفاده از مالچ بین و روی ردیف در شرایط آبیاری کامل و کمترین میزان آن با میانگین ۱۰٤۰ کیلوگرم در هکتارمربوط به تیمار بدون مالچ در شرایط آبیاری یک در میان ثابت بود (نمودار۲).



نمودار۲- میانگین اثرات متقابل روش آبیاری و سطوح مختلف مالچ بر عملکرد دانه

کلروفیل a وb- تجزیه واریانس داده های حاصل از اندازه گیری کلروفیلa وb نشان داد که اختلاف معنی داری در میزان کلروفیل a وb در بین سطوح مختلف تیمار آبیاری وجود دارد (جدول ۲). بیشترین مقدار کلروفیل a وb مربوط به تیمار آبیاری شاهد (به ترتیب با میانگین ۱/۲۱mg/g.fwو ۰/٦۳ mg/g.fw) بود. کمترین میانگین مقدار کلروفیل a وb در تیمارآبیاری ثابت (به ترتیب برابر با ۰/٦۹ mg/g.fw و ۰/٤٥ mg/g.fw) مشاهده شد. هیچ یک از سطوح مختلف کاربرد مالچ اثر معنی داری بر کلروفیل a وb نداشتند. تاثیر روش های مختلف آبیاری و کاربرد

سطوح مختلف مالچ نیز بر میزان این صفات معنی دار نشد(جدول ۲).

فتوسنتز- آبیاری شاهد بالاترین میزان فتوسنتز (۱۶/۰۹μmol/m^2/s) و آبیاری یک در میان ثابت پایین ترین میزان فتوسنتز (۸/۱۷μ mol/m^2/s) برگ را نشان دادند. در این بررسی اختلاف معنی داری در میزان فتوسنتز تیمارهای آبیاری کامل و آبیاری یک در میان متناوب مشاهده نشد، اما بین مقدار فتوسنتز این دو سطح آبیاری با مقدار فتوسنتز آبیاری یک در میان ثابت اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد مشاهده شد(جدول ۲). با کاهش میزان آبیاری روند کاهش سطح برگ پرچم که فتوسنتز آن مهمترین منبع برای پر شدن دانه ها می باشد، سریعتر اتفاق می افتد، به روایتی دما به سطح برگ پرچم در تیمار آبیاری یک در میان ثابت کاهش نسبتاً شدیدی نسبت به تیمار آبیاری شاهد از خود نشان می دهد. از طرف دیگر تنش رطوبتی باعث افزایش غلظت آبسیزیک اسید می شود، ABA سرعت فتوسنتز، هدایت روزنه ای و مقدار کلروفیل برگ را کاهش می دهد(کانگ و زنگ، ۲۰۰٤).

کاربرد مالچ بین و روی ردیف و کاربرد مالچ بین ردیف از نظر این صفت با هم تفاوت معنی داری نداشتند ولی فتوسنتز در تیمار بدون استفاده از مالچ از نظر آماری با دو سطح دیگر فاکتور استفاده از مالچ معنی دار بود. کاربرد و عدم کاربرد مالچ اثر معنی داری بر میزان فتوسنتز در روش آبیاری شاهد و آبیاری یک در میان ثابت نشان داد ولی درسطوح مختلف کاربرد مالچ تفاوت بین آبیاری شاهد و آبیاری یک در میان متناوب اختلاف معنی دار نبود.

شاخص برداشت- نتایج تجزیه واریانس مربوط به شاخص برداشت (جدول ۱) نشان داد که تاثیر سطوح مختلف فاکتور آبیاری بر شاخص برداشت در سطح ۵ درصد معنی دار شد. حداکثر شاخص برداشت مربوط به تیمار آبیاری کامل با میانگین ٤٤/٤٦ درصد بود که به ترتیب ٦ و ٢٤ درصد بیشتر از تیمار های آبیاری یک در میان متناوب و آبیاری یک در میان ثابت است. تاثیر سطوح مختلف مالچ بر شاخص برداشت نیز در سطح ۵ درصد معنی دار شد. بیشترین شاخص برداشت مربوط به تیمار کاربرد مالچ بین و روی ردیف با میانگین ٤١/٧٦ درصد بود که افزایشی ۵ و ۱۲ درصدی را به ترتیب نسبت به تیمار های استفاده از مالچ بین ردیف و عدم استفاده از مالچ نشان می دهد. تاثیر متقابل روش های آبیاری و سطوح استفاده از مالچ بر شاخص برداشت در این آزمایش معنی دار بود.

یحیایی (۱۳۸۸) در مطالعات خود رو ی سویا به این نتیجه رسید که تیمار آبیاری کامل بیشترین شاخص برداشت را دارد و بعد از آن تیماری که کمتر ین تنش بر آن اعمال می شود قرارگرفت واختلاف معنی داری با تیمار شاهد نداشت. تیمارهای کم آبیاری دیگرازنظر مقدار بعد از آنها قرارگرفتند و این تیمارها با یکدیگر در سطح ۵درصد اختلاف معنی داری داشتند.

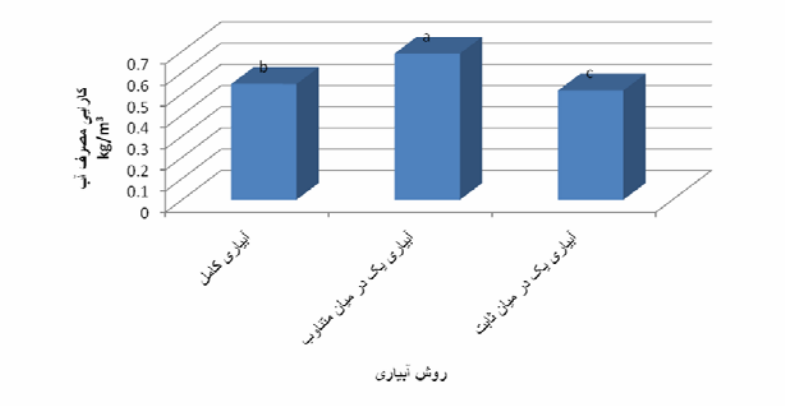
جدول۲- میانگین مربعات و سطح معنی داری برخی از صفات اندازه گیری شده

منابع تغییر	کلروفیل a	کلروفیل b	فتوسنتز	راندمان مصرف آب
تکرار	۰/۰٦۰	۰/۰۱۹	۱۸/۰۳۷	۰/۰۲۹
تیمار آبیاری	۰/۸۱۳*	۰/۱۰۱*	۱۸۹/۰٤*	۰/۱٦۱*
تیمار مالچ	۰/۰٦۷ns	۰/۰۰۸ns	۲٦/٥٤۰*	۰/۰۲۰*
اثر متقابل	۰/۰۰٥ns	۰/۰۱۱ns	۷/٤۲*	۰/۰۱*
خطا	۰/۰۱۷	۰/۰۰۸	۲/۰٤٤	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات	۱٤/۰۳	۱٦/٦۱	۱۱/٦۳	۸/۳٦

* معنی دار در سطح ۵٪ و ns عدم معنی داری را نشان می دهد

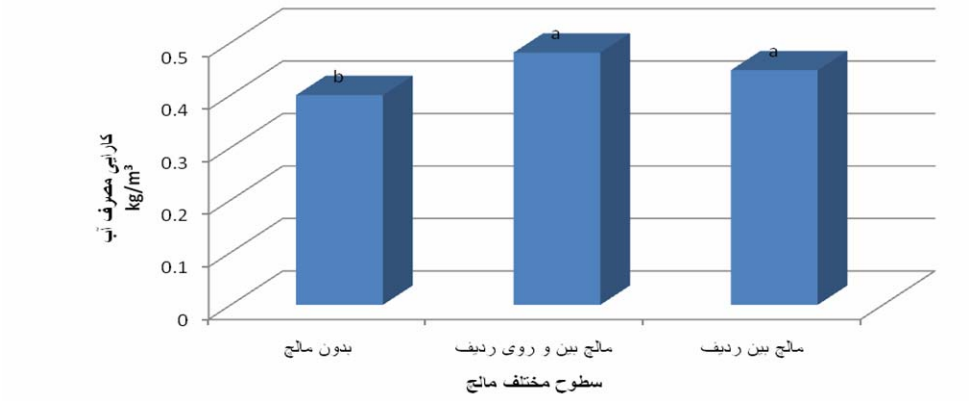
راندمان مصرف آب- نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول ۲) نشان داد که بین تیمار های آبیاری در سطح ۵ درصد از نظر راندمان مصرف آب تفاوت معنی داری وجود دارد. کاهش آب آبیاری در دو تیمار کم آبیاری نسبت به آبیاری کامل موجب کاهش عملکرد دانه به میزان ۱۱ و ۳۷ درصد به ترتیب در آبیاری یک در میان متناوب و یک در میان ثابت شد که این کاهش عملکرد در نتیجه کاهش فتوسنتز و انتقال مواد به سمت دانه است.

چون بسته شدن روزنه، کاهش تعرق را بیش از کاهش غلظت CO_2 داخل سلول تحت تاثیر قرار می دهد، به عبارت دیگر CO_2 بیشتری به ازای هر واحد آب تعرق شده جذب می شود، بالطبع بیشترین راندمان مصرف آب در تیمار آبیاری یک در میان متناوب(۰/٦۸ کیلوگرم بر متر مکعب) و کمترین آن در تیمار آبیاری یک در میان ثابت(۰/٤۲ کیلوگرم بر متر مکعب) بدست آمد که این نتایج در نمودار۳ نشان داده شده است. راندمان مصرف آب در تیمار آبیاری یک در میان متناوب با۲۰ درصد افزایش نسبت به آبیاری کامل دارای اختلاف معنی داری بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می باشد. در این بررسی راندمان مصرف آب در تیمار آبیاری یک در میان ثابت نسبت به تیمار های آبیاری کامل و یک در میان متناوب به ترتیب۲۲ و ۳۵ درصدکاهش نشان داد. با توجه به اینکه میزان تولید محصول در تیمار آبیاری یک در میان ثابت کاهش نسبتا شدیدی داشت، بنابراین راندمان مصرف آب در این تیمار به طور معنی دار کاهش یافت، ولی درتیمار آبیاری یک در میان متناوب کاهش محصول به اندازه ای نبود که راندمان مصرف آب را تحت تاثیر قرار دهد و در واقع راندمان مصرف آب در اثر کاهش میزان آب مصرفی افزایش یافت.



نمودار۳ – میانگین کارآیی مصرف آب در روش های مختلف آبیاری

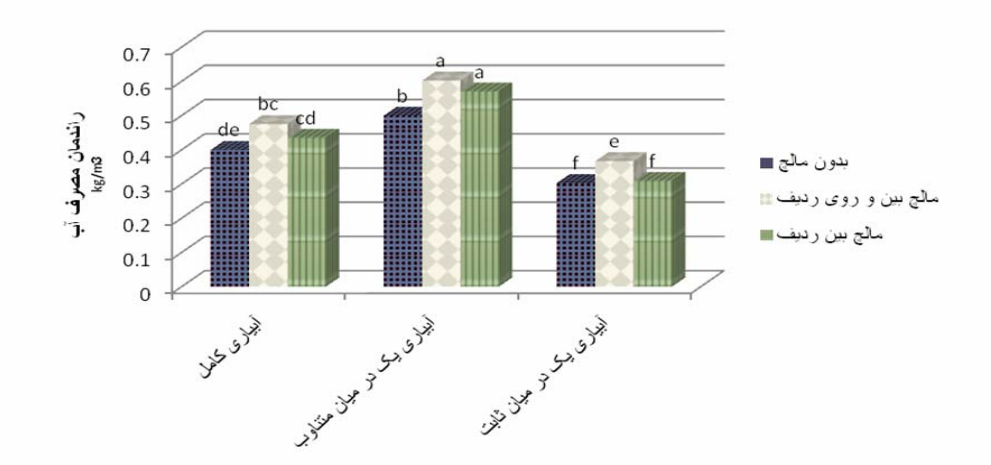
نمودار٤ مقایسه میانگین راندمان مصرف آب را در سطوح مختلف کاربرد مالچ نشان می دهد. همانگونه که ملاحظه می شود تیمار سطوح مختلف کاربرد مالچ در دو گروه مختلف قرار گرفته اند. به طوری که بیشترین مقدار کارایی مصرف آب در تیمار کاربرد مالچ بین و روی ردیف با میانگین ۰/٤۸ کیلوگرم بر متر مکعب به دست آمد، سپس از لحاظ مقدار به ترتیب تیمار کاربرد مالچ بین ردیف و تیمار بدون مالچ قرار می گیرند. استفاده از مالچ باعث حفظ بیشتر رطوبت خاک، استفاده بهینه از رطوبت ذخیره شده، در نتیجه تبخیر کمتر و افزایش کارایی مصرف آب در مقایسه با تیمار بدون مالچ می شود که این اختلاف از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی دار بود.



نمودار-٤ میانگین کارآیی مصرف آب در سطوح مختلف کاربرد مالچ

با توجه به نمودار۵ مشاهده می شود که اختلاف راندمان مصرف آب در تیمار آبیاری شاهد در سطوح مختلف کاربرد مالچ بین و روی ردیف و استفاده از مالچ بین ردیف معنی دار نبود. ولی راندمان مصرف آب در تیمار بدون مالچ اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد با دو سطح دیگر کاربرد مالچ در تیمار آبیاری شاهد داشت. در تیمارآبیاری یک در میان متناوب نیز کاربرد و عدم کاربرد مالچ تفاوت معنی داری در راندمان مصرف آب داشت. در تیمار آبیاری یک در میان ثابت بین راندمان مصرف در سطوح استفاده از مالچ بین و روی ردیف با عدم استفاده از مالچ و کاربرد مالچ بین ردیف اختلاف معنی داری مشاهده

شد. به طور کلی راندمان مصرف آب در تیمار آبیاری یک در میان متناوب و کاربرد مالچ بین و روی ردیف با میانگین ۰/٦۰ کیلوگرم بر متر مکعب و تیمار آبیاری ثابت و عدم کاربرد مالچ با میانگین ۰/۳۰ کیلوگرم بر متر مکعب کمترین راندمان مصرف آب را به خوداختصاص دادند.



نمودار-۵ میانگین اثرات متقابل روش آبیاری و سطوح مختلف مالچ بر راندمان مصرف آب

نتیجه گیری

مقدار آب آبیاری و روش های مدیریت آبیاری آثار متفاوتی از نظر عملکرد و خصوصیات فیزیولوژیک در گیاهان ایجاد می کنند. سطوح بالای تنش کم آبی مانند آبیاری یک در میان ثابت با آبیاری فقط یک سمت ریشه های گیاه و ایجاد سیستم ریشه ای محدود، موجب کاهش عملکرد در گیاه کلزا می شود ولی در روش آبیاری یک در میان متناوب با کاهش میزان آب مصرفی افت زیادی در محصول تولیدی و عملکرد ایجاد نمی‌کند ضمن اینکه موجب بهبود در راندمان مصرف آب نیز می شود. تیمار آبیاری PRD (آبیاری یک در میان متناوب) با داشتن بالاترین میزان راندمان مصرف آب، پتانسیل کاربرد در کشت کلزا را دارد، اگرچه اعمال این تکنیک در آبیاری یک در میان ثابت نتیجه مطلوبی از نظر عملکرد و راندمان مصرف در کلزا نداشت. علاوه بر این اعمال تکنیک PRD موجب ثابت نگه داشتن آماس نسبی برگ می شود. تیمار های PRD با مکانیسم کاهش در قطر و تعداد روزنه های خود نسبت به تیمار های آبیاری سنتی میزان آب اندام های هوایی خود را ثابت نگه می دارند، در واقع می توان گفت گیاهان تحت آبیاری PRD هدایت روزنه ای را بدون تاثیرمنفی در راندمان مصرف آب کاهش می دهند. بنابراین جا یگزینی این روش آبیاری بجای آبیاری سنتی درمناطق خشک و نیمه خشک و یا در مناطق با محدودیت آب کشاورزی نظیر منطقه آزمایش توصیه می شود.

منابع

احسانی، م.، و ه. خالدی.۱۳۸۲. بهره وری آب کشاورزی. نشر کمیته ملی آبیاری و زهکشی. ۱۹۵ صفحه.

باکون، ام.ا. ۱۳۸۷. بیولوژی کارآیی مصرف آب در گیاه. ترجمه ح.ر.میری. انتشارات نوید شیراز.۵۲۲ صفحه.

حسینی، ن. ۱۳۸٤. بررسی آبیاری جویچه ای یک در میان و سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد گندم در دو منطقه باجگاه و کوشکک. رساله کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

دهشیری، ن. ، م. نوری امامزاده ئی.، ب. قربانی و ع. محمد خانی. ۱۳۸۰. بررسی تأثیر کم آبیاری سنتی و آبیاری بخشی بر عملکرد و راندمان مصرف آب در کلزا. نهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. کرمان.

سپاسخواه، ع.ر.، ع.ر.توکلی و ف. موسوی. ۱۳۸۵. اصول و کاربرد کم آبیاری. نشر کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. شماره انتشار:۱۰۰.

سلطانی، س.، ف. موسوی وب. مصطفی زاده. ۱۳۸۵. اثر خشک کردن ناحیه ای محیط ریشه بر میزان عناصر غذایی، ماده خشک، شاخص برداشت و توزیع سیستم ریشه در کلزا تحت شرایط گلخانه ای. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

کامگار حقیقی، ع.ا.، ع.شعبانی. ۱۳۸۸. اثر تنش آبی بر عملکرد دانه، اجزای عملکردو کیفیت کلزا. مجله علوم کشاورزی ایران .جلد ۳۹ ، شماره ٤ .صفحه ۷٦۵.

یحیایی، م. ۱۳۸۸. بهبود کارایی مصرف آب سویا با استفاده از آبیاری بخشی منطقه ریشه. یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، مقاله شماره سی و دو.

Andersen, M. N., A. Shahnazari, C. R. Jensen, F. Liu and S. E. Jacobsen. 2005. Effects of partial root-zone drying on yield, tuber size and water use efficiency in potato under field conditions. Field Crops Res. 100:117-124.

Kang, D.A. and J. Zhang. 2004. Regulated deficit irrigation in trees and vines. Agricultural Water Management. Proceedings of a Workshop in Tunisia, The National Academies Press., USA.

Kirda, C., S. Topcu, H. Kaman, M. Cetin, F. Topaloglu and R. Derici. 2000. Prospects of Partial Root Drying zone for increasing water use efficiency of major crops in the Mediterranean region. The WUEMED Workshop. (Improving Water Use Efficiency in Mediterranean Agriculture: what limits the adoption of new technologies?).

Istanb, A., B. Arslan, E. Gocmen, E. Gezer and C. Pasa. 2008. Effects of deficit irrigation regimes on the yield and growth of oilseed rape (Brassica napus L.). Biosys. Engin. 105: 388-394

Wakrim, R., B. Aganchich, H. Tahi, R. Serraj and S. Wahbi. 2002. Comparative effects of partial root drying (PRD) and regulated deficit irrigation (RDI) on water relations and water use efficiency in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Agric. Ecosys. Environ. 106:275-287.

Zegbe, J. A. , B. E. Clothier and M. H. Behboudian. 2004. Partial rootzone drying is a feasible option for irrigation processing tomatoes. Agric. Water Manag. 68:195-206.

Rapeseed yield and water use efficiency as affected by PRD irrigation

F. Jafari[1], H. R. Miri[2] and B. Jafari Haghighi[2]

Abstract

During the two last decades, the managerial techniques of irrigation such as partial root zone drying (PRD) have been improved on some plants. In this research, the effect of partial root zone drying on water use efficiency in rapeseed was studied in a field study. This research was conducted as factorial experiment in complete randomized blocks design with four replications. The experiment consisted of two factors including irrigation in three levels (that were full irrigation, alternative furrow irrigation and fixed furrow irrigation) and three mulch levels that were without mulch, using mulch in row and between rows and using mulch only between rows. The results showed that water use efficiency had significant differences in irrigation treatments. Water use efficiency in alternative furrow irrigation increased by 1.70 and 9.61% compared to control irrigation treatment and fix furrow irrigation, respectively. Also, the effect of different levels of mulch application on water use efficiency had significant effects and the highest water use efficiency and grain yiled in rapeseed were obtained alternative furrow irrigation treatment with mulch application between and in rows and is recommended in similar climatic conditions.

Key words: partial root drying irrigation, mulch, water use efficiency, yield, rapeseed

1- Graduated student, Islamic Azad University, Arsanjan Branch
2- Assistant Professor, Islamic Azad University, Arsanjan Branch