



۹۴۰۳۹



دانشکده کشاورزی

عنوان:

مقایسه تأثیر روش‌های آبیاری بخشی (PRD)، کم آبیاری و آبیاری کامل بر تولید و راندمان  
مصرف آب گوجه‌فرنگی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد  
رشته آبیاری و زهکشی

توسط:

نگار نورمهناد

کتابخانه مرکزی  
دانشگاه شاهرود

۱۳۸۶ / ۱۷ / ۲۵

۹۰۳۹



دانشگاه شکر

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی خانم نگار نورمهنداد

تحت عنوان

مقایسه تأثیر روش های آبیاری بخشی (PRD)، کم آبیاری و آبیاری کامل بر تولید و راندمان مصرف آب گوجه فرنگی

در تاریخ ۸۶/۷/۲۲ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱. اساتید راهنمای پایان نامه

دکتر محمدرضا نوری اهرمزاده ئی

۲. استاد مشاور پایان نامه

دکتر بهزاد قربانی

۳. استاد داور

دکتر عبدالرحمن محمدخان

دکتر محمد شایان نژاد

۴. استاد داور

دکتر سید فرهاد موسوی

رئیس تحصیلات تکمیلی دانشکده

دکتر مجید اولیاء

## تشکر و قدردانی

یارب سپاس و شکر به درگاه کبریایت که در این راه محبت بی‌پایانت را با ذره ذره وجودم احساس کردم.

بر خود لازم می‌دانم از استاد فرزانه و بزرگوارم جناب آقای دکتر محمد رضا نوری امامزاده‌ای تشکر و قدردانی نمایم. استادی که روان و اندیشه مرا پرورش داد و با صبر و حوصله‌ای وصف‌ناپذیر خطوط سیاه جهل و نادانی را از ضمیرم زدود. ایشان همواره با سعی و تلاش فراوان و صبر و حوصله‌ی بسیار زیاد در کلیه مراحل تحقیق و تدوین پایان‌نامه با بزرگواری تمام بنده را راهنمایی و یاری نمودند.

همچنین از استاد فاضل و توانمند جناب آقای دکتر بهزاد قربانی که زحمت راهنمایی این تحقیق را تقبل فرمودند و تجربیات ذی‌قیمت خویش را چراغ راه اینجانب قرار دادند صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایم. از استاد محترم جناب آقای دکتر عبدالرحمن محمدخانی به جهت مشاوره‌های علمی، عملی و پشتیبانی‌های ارزشمندشان کمال تشکر را دارم.

از اساتید فرزانه و بزرگوارم جناب آقای دکتر سید فرهاد موسوی و جناب آقای دکتر محمد شایان‌نژاد به جهت رهنمودهای ارزنده‌شان کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از رئیس محترم دانشکده جناب آقای دکتر محمود خدام‌باشی و از رئیس محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر مجید اولیاء کمال تشکر را دارم. از تمامی اساتیدم در دانشگاه شهرکرد و دانشگاه صنعتی اصفهان که افتخار شاگردیشان را داشته‌ام صمیمانه سپاسگزارم.

در طی انجام این پایان‌نامه از مساعدت استاد محترم جناب آقای حسین نوری امامزاده‌ای و همکاری کارشناسان محترم آزمایشگاه‌های دانشگاه شهرکرد و دانشگاه صنعتی اصفهان جناب آقای مهندس ایرج قاسمی و مهندس بهرامی، سرکار خانم مهندس زهره عبداللهی و فرزانه نیکوخواه بهره‌مند بوده‌ام که تشکر از ایشان را نیز بر خود لازم می‌دانم.

از همکاری ارزشمند دوستان عزیزم لیدا هاشمی، فاطمه رازقی، سودابه گلستانی، فریده فتحعلیان، لاله چالیش میترا و ندا، رودابه راوش و سعیده رجائی صمیمانه سپاسگزارم.

کلیه حقوق مادی مرتبط با نتایج این پایان نامه متعلق  
به دانشگاه شهر کرد است.

تقدیم به :

پدر و مادر عزیزم

دو فرشته‌ی مقدس الهی

که

همواره پشتوانه‌ای محکم، یاری‌گری مهربان و غمخواری صبور  
بوده‌اند.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
نه	فهرست جداول.....
ده	فهرست شکل ها.....
یازده	چکیده.....
<b>فصل اول - مقدمه</b>	
۱	۱-۱ مقدمه.....
۲	۱-۱-۱ محصول گوجه فرنگی.....
۳	۱-۱-۲ انواع مدیریت در آبیاری آبیاری.....
۳	الف) آبیاری کامل.....
۳	ب) کم آبیاری.....
۴	ج) آبیاری بخشی.....
<b>فصل دوم - بررسی منابع</b>	
۵	۱-۲ آثار کم آبیاری.....
۶	۱-۱-۲ تأثیر کم آبیاری بر عملکرد محصول و راندمان مصرف آب.....
۸	۲-۱-۲ تأثیر کم آبیاری بر گوجه فرنگی.....
۱۰	۲-۲ آبیاری بخشی.....
۱۱	۱-۲-۲ تأثیر آبیاری بخشی بر عملکرد محصول و راندمان مصرف آب.....
۱۴	۲-۲-۲ تأثیر آبیاری بخشی بر تعدادی از درختان باغی.....
۱۶	۳-۲-۲ تأثیر آبیاری بخشی بر خصوصیات مرفولوژیک گیاه.....
۱۶	۴-۲-۲ جذب آب و مواد غذایی در آبیاری بخشی.....
۱۸	۵-۲-۲ تأثیر آبیاری بخشی بر خصوصیات فیزیولوژیک گیاه.....
۱۹	۶-۲-۲ آبیاری بخشی و گوجه فرنگی.....
۲۲	۳-۲ اهمیت پژوهش حاضر.....
۲۳	۴-۲ اهداف مطالعه.....
<b>فصل سوم - مواد و روش ها</b>	
۲۴	۱-۳ مشخصات کلی محل اجرای طرح.....
۲۵	۲-۳ مقدمات اجرای طرح.....

صفحه	عنوان
۲۷	۳-۳ تعیین نیاز آبی گیاه.....
۲۹	۴-۳ صفات و خصوصیات مورد بررسی.....
۳۰	۱-۴-۳ کلسیم و منیزیم.....
۳۱	۲-۴-۳ میزان ویتامین ث.....
۳۱	۳-۴-۳ مواد جامد محلول.....
۳۱	۴-۴-۳ پ-هاش.....
۳۱	۵-۴-۳ سطح برگ.....
۳۱	۶-۴-۳ وضعیت آب برگ.....
۳۲	۷-۴-۳ وزن خشک میوه، اندام هوایی و ریشه.....
۳۲	۸-۴-۳ حجم ریشه.....
۳۲	۹-۴-۳ کارایی مصرف آب.....
۳۴	۱۰-۴-۳ درجه روز رشد.....
۳۵	۱۱-۴-۳ اندازه گیری خصوصیات روزنه‌ای.....
۳۶	۵-۳ تجزیه و تحلیل نتایج.....

#### فصل چهارم - نتایج و بحث

۳۷	۱-۴ بررسی خصوصیات بوته گوجه‌فرنگی در تیمارهای آبیاری.....
۳۷	۱-۱-۴ ارتفاع گیاه.....
۳۹	۲-۱-۴ سطح برگ.....
۳۹	۳-۱-۴ وزن تر اندام هوایی.....
۴۱	۴-۱-۴ وزن خشک اندام هوایی.....
۴۱	۵-۱-۴ میزان رطوبت نسبی اندام هوایی.....
۴۲	۶-۱-۴ وزن خشک میوه.....
۴۳	۷-۱-۴ حجم ریشه.....
۴۳	۸-۱-۴ وزن خشک ریشه.....
۴۵	۹-۱-۴ نسبت وزن ریشه به اندام هوایی.....
۴۵	۲-۴ بررسی خصوصیات فیزیولوژیک و فنولوژیک در تیمارهای آبیاری.....
۴۵	۱-۲-۴ اندازه گیری وضعیت آب برگ.....
۴۷	۲-۲-۴ درجه روز رشد.....
۴۸	۳-۲-۴ قطر و تعداد روزنه‌ها، قطر و درصد بازشدگی روزنه‌ها.....
۵۰	۳-۴ بررسی خصوصیات مؤثر بر عملکرد و راندمان مصرف آب.....
۵۰	۱-۳-۴ وزن کل میوه.....



صفحه	عنوان
۵۲	۲-۳-۴ میانگین وزن میوه.....
۵۲	۳-۳-۴ قطر میوه.....
۵۴	۴-۳-۴ تعداد میوه.....
۵۴	۵-۳-۴ عملکرد.....
۵۶	۶-۳-۴ راندمان مصرف آب.....
۵۷	۴-۴ بررسی میوه از نظر ابتلا به بیماری ها.....
۵۷	۱-۴-۴ عارضه سوختگی گلگاه.....
۵۷	۲-۴-۴ ترک خوردگی در میوه.....
۵۸	۳-۴-۴ چروکیدگی در میوه.....
۵۸	۴-۴-۴ موزاییک گوجه‌فرنگی.....
۵۸	۵-۴ اثر تیمارهای آبیاری بر ترکیبات و عناصر میوه.....
۵۸	۱-۵-۴ میزان کلسیم.....
۶۰	۲-۵-۴ میزان منیزیم.....
۶۱	۳-۵-۴ میزان مواد جامد محلول.....
۶۲	۴-۵-۴ ویتامین ث.....
۶۳	۵-۵-۴ پ- هاش.....
۶۳	۶-۴ همبستگی صفات.....
۶۹	۷-۴ نتیجه گیری.....
۶۹	۸-۴ پیشنهادها.....
۷۱	مراجع.....
I	چکیده انگلیسی.....

## فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۲	۱- ۲: تأثیر تیمارهای آبیاری بر عملکرد و راندمان مصرف آب ذرت در سال ۲۰۰۲.....
۱۳	۲- ۲: تأثیر تیمارهای آبیاری بر عملکرد و راندمان مصرف آب پنبه (آبیاری شیاری) در سال ۲۰۰۲.....
۱۳	۳- ۲: تأثیر تیمارهای آبیاری بر عملکرد و راندمان مصرف آب پنبه (آبیاری قطره ای) در سال ۲۰۰۲.....
۱۴	۴- ۲: تأثیر تیمارهای آبیاری بر عملکرد و راندمان مصرف آب در فلفل سال ۲۰۰۰.....
۲۰	۵- ۲: تأثیر تیمارهای آبیاری بر عملکرد و راندمان مصرف آب گوجه‌فرنگی در سال ۲۰۰۱.....
۲۵	۱- ۳: خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک مورد مطالعه.....
۲۶	۲- ۳: خصوصیات آب آبیاری.....
۲۸	۱- ۴: تجزیه واریانس ارتفاع اندازه‌گیری شده‌ی بوته‌های گوجه‌فرنگی.....
۲۸	۲- ۴: مقایسه میانگین ارتفاع بوته‌ها بر حسب سانتیمتر در زمانهای مختلف.....
۴۰	۳- ۴: تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده‌ی میوه گوجه‌فرنگی.....
۴۰	۴- ۴: مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده‌ی گوجه‌فرنگی.....
۴۴	۵- ۴: تجزیه واریانس خصوصیات اندازه‌گیری شده‌ی میوه گوجه‌فرنگی.....
۴۴	۶- ۴: مقایسه میانگین خصوصیات اندازه‌گیری شده‌ی گوجه‌فرنگی.....
۴۶	۷- ۴: تجزیه واریانس درصد نسبی آب برگ در تیمارهای آبیاری در زمانهای مختلف.....
۴۶	۸- ۴: مقایسه میانگین درصد نسبی آب برگ در تیمارهای آبیاری در زمانهای مختلف.....
۴۷	۹- ۴: تجزیه واریانس درجه روز رشد گوجه‌فرنگی از زمان کاشت نشاء.....
۴۸	۱۰- ۴: مقایسه میانگین درجه روز رشد گوجه‌فرنگی از زمان کاشت نشاء.....
۴۹	۱۱- ۴: تجزیه واریانس صفات مربوط به روزنه برگ‌های گیاه گوجه‌فرنگی.....
۴۹	۱۲- ۴: مقایسه میانگین صفات مربوط به روزنه برگ‌های گیاه گوجه‌فرنگی.....
۵۱	۱۳- ۴: تجزیه واریانس خصوصیات میوه.....
۵۱	۱۴- ۴: مقایسه میانگین خصوصیات میوه.....
۵۵	۱۵- ۴: تجزیه واریانس راندمان مصرف آب و عملکرد.....
۵۵	۱۶- ۴: مقایسه میانگین راندمان مصرف آب و عملکرد.....
۵۹	۱۷- ۴: تجزیه واریانس خصوصیات کیفی اندازه‌گیری شده‌ی میوه گوجه‌فرنگی.....
۵۹	۱۸- ۴: مقایسه میانگین خصوصیات کیفی اندازه‌گیری شده‌ی میوه گوجه‌فرنگی.....
۶۴	۱۹- ۴: شماره گذاری صفات برای استفاده در جدول همبستگی.....
۶۵	۲۰- ۴: ضرایب همبستگی بین پارامترهای مورد بررسی.....

## فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۲۸	۱-۳: نمایی از بوته‌های گوجه‌فرنگی در مراحل اولیه‌ی رشد.....
۲۸	۲-۳: منحنی رطوبتی خاک تحت کشت.....
۳۰	۳-۳: بیماری سوختگی گلگاه در گوجه‌فرنگی‌های تحت تیمار PRD75.....
۳۳	۴-۳: شستشوی ریشه‌ها و جداسازی آنها از محیط خاک.....
۳۳	۵-۳: ریشه‌های شسته شده در آزمایشگاه.....
۳۴	۶-۳: نمونه‌ای از ریشه‌ها پس از شستشو توسط فشار آب.....
۵۲	۱-۴: کل وزن میوه در هر تیمار.....
۵۳	۲-۴: میانگین قطر میوه در تیمارهای مختلف.....
۵۶	۳-۴: عملکرد میوه گوجه‌فرنگی در تیمارهای مختلف آبیاری.....
۶۰	۵-۴: میزان کلسیم در تیمارهای مختلف آبیاری.....
۶۰	۶-۴: میزان منیزیم در تیمارهای مختلف آبیاری.....
۶۱	۷-۴: میزان مواد جامد محلول در تیمارهای مختلف آبیاری.....
۶۲	۸-۴: میزان ویتامین ث در تیمارهای مختلف آبیاری.....
۶۳	۹-۴: میزان پ-هاش در تیمارهای مختلف آبیاری.....

## چکیده

به منظور بررسی تأثیر کم آبیاری سنتی (DI) و تکنیک آبیاری بخشی (PRD) بر تولید و راندمان مصرف آب گوجه‌فرنگی، پژوهشی گلخانه‌ای در دانشگاه شهرکرد در تابستان سال ۱۳۸۵ اجرا گردید. در تعداد ۲۰ جعبه چوبی به ابعاد  $40 \times 35 \times 60$  سانتی‌متر نشاءهای گیاه گوجه‌فرنگی کاشته شدند. خاک جعبه‌ها دارای بافت متوسط لوم رسی بود. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و چهار تکرار انجام شد. در تیمار آبیاری کامل (FI)، کل آب مورد نیاز گیاه در تمام محیط ریشه به کار برده شد. این تیمار به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. تیمارهای PRD75 و DI75، به اندازه ۷۵ درصد تیمار شاهد و تیمارهای PRD50 و DI50، ۵۰ درصد تیمار شاهد آبیاری شدند.

در تیمارهای DI کل ناحیه ریشه به طور یکنواخت آبیاری شدند درحالی‌که در تیمارهای PRD ریشه به دو ناحیه مجزا از هم تقسیم شده و هر بار یک بخش از ناحیه ریشه آبیاری شد. بخش تر و خشک به طور متناوب در هر آبیاری جا به جا شدند. مقدار آب کار برده شده در طول فصل در تیمارهای ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی به ترتیب  $199/58$ ،  $149/69$  و  $99/79$  لیتر در هر جعبه بود.

میانگین وزن میوه و قطر میوه در تیمار شاهد و تیمارهای با ۷۵ درصد کم آبیاری (بخشی و سنتی) اختلاف معنی‌داری نداشتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد تأثیر تیمارهای مختلف روی عملکرد معنی‌دار است. بیشترین عملکرد میوه، عملکرد کل و عملکرد بازار پسند (میوه‌های با وزن بیشتر از ۴۰ گرم) در تیمار شاهد مشاهده شد (به ترتیب  $57/06$ ،  $67/27$  و  $27/59$  تن در هکتار). حداقل عملکرد میوه و عملکرد کل در تیمار DI50 مشاهده شد ( $9/42$  و  $17/18$  تن در هکتار). در تیمار PRD50 عملکرد بازارپسندی حاصل نشد. بین تیمارهای PRD75 و FI از نظر انواع عملکرد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بر این اساس بیشترین راندمان کاربرد آب در تیمار PRD75 ( $6/28$  کیلوگرم بر متر مکعب) و کمترین راندمان در تیمار DI50 ( $1/98$  کیلوگرم بر متر مکعب) بدست آمد. راندمان کاربرد آب در تیمار کم آبیاری معمولی (DI50) ۶۷ درصد کاهش و در تیمار آبیاری بخشی (PRD75)  $4/6$  درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داشت در واقع PRD75 راندمان مصرف آب را بدون تأثیر معنی‌داری بر اندازه و کیفیت میوه بهبود بخشید.

همان‌طور که انتظار می‌رفت، حجم ریشه و وزن خشک آن در تیمارهای آبیاری بخشی بالاتر از تیمارهای کم آبیاری سنتی بود و این موضوع شاید به دلیل تحریک ریشه‌ها به تولید ریشه‌های ثانویه جدید در تیمارهای آبیاری بخشی بود. با کاهش میزان آب آبیاری، آب میوه نیز کاهش یافت. تیمار PRD75 نسبت به تیمار آبیاری کامل میزان کلسیم، منیزیم، ویتامین ث و مواد جامد محلول بیشتری داشت و این موضوع سبب بالا رفتن کیفیت تغذیه‌ای گوجه‌فرنگی در این تیمار شد. بیشترین مقدار کلسیم و منیزیم در تیمار PRD75 با میانگین  $11/3$  و  $26/95$  meq/l بدست آمد. تیمارهای آبیاری ۵۰ درصد، بالاترین میزان ویتامین ث را به خود اختصاص دادند (DI50 با میانگین  $4/27$  mg/100cc و PRD50 با میانگین  $3/75$  mg/100cc). علاوه بر این، میوه‌های حاصل از آبیاری کامل بیشتر از بقیه تیمارها در معرض عوارض و بیماری‌ها قرار گرفتند.

## فصل اول

### مقدمه

#### ۱-۱ مقدمه

هم اکنون جهان در حال تجربه بحران آب می‌باشد. چگونگی توزیع جهانی آب نیز به بحران آن افزوده است. بیش از یک میلیارد نفر از مردم به آب سالم دسترسی ندارند. تا سال ۲۰۲۵ بیش از نیمی از جمعیت جهان در کشورهای زندگی می‌کنند که بیش از ۴۰ درصد از منابع آب تجدید شونده آنها نابود شده است. به عبارتی، متوسط سرانه آب تجدید شونده برای هر نفر از میزان ۶۶۰۰ متر مکعب در سال به ۴۸۰۰ متر مکعب در سال ۲۰۲۵ تقلیل خواهد یافت (میربی و فرشی، ۱۳۸۲).

هر چند کل منابع آب قابل دسترس کم و بیش مقدار ثابتی است، اما تقاضا برای آب به لحاظ رشد جمعیت و بالا رفتن سطح زندگی انسان‌ها و به تبع آن صنایع و کشاورزی افزایش یافته و در عین حال پتانسیل قابلیت مصرف و کاربرد آن نیز کاهش می‌یابد. برای اینکه کمیابی و محدودیت منابع آب مانعی در رشد اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشورها، بخصوص کشورهای در حال توسعه مانند ایران، ایجاد ننماید ضرورت دارد که بهره‌وری از آب بهبود و افزایش یابد (بای بوردی، ۱۳۶۶).

گسترش شهرنشینی، افزایش جمعیت، توسعه صنعتی شهرها و بالا رفتن معیارها و استانداردهای زندگی باعث شده است که مصرف سرانه آب در ایران روندی رو به رشد داشته باشد. از یک سو، کاهش ظرفیت منابع آب موجود به همراه تقاضای افزونتر برای آب و از سوی دیگر نیاز به ایجاد منابع تأمین آب جدید، با سرمایه گذاری مالی زیاد، موجب شده است تا ضرورت صرفه جویی در مصرف آب، بیش از پیش احساس شود (حکمتیان و همکاران، ۱۳۷۹). کمبود منابع آب، افزایش جمعیت و به تبع آن ضرورت مصرف بهینه آب

از مباحث مهم و جدی در قرن بیست و یکم است و این سخن که «در قرن بیست و یکم، جنگ ملت‌ها بر سر آب خواهد بود و نه بر سر نفت» سخن گرافی نیست. کشور ما با متوسط کمتر از یک سوم بارندگی جهان، جزء کشورهای کم آب محسوب می‌شود و بروز خشکسالی در اواخر دهه ۱۳۷۰ شمسی و تلاش‌ها برای گذر از آن بحران نباید ما را از توجه به برنامه‌ریزی صحیح، بلندمدت و چندجانبه برای ایجاد یک سیستم مدیریت عرضه و تقاضا و سرمایه‌گذاری برای نیل به این هدف غافل کند (شمسائی، ۱۳۷۹).

با افزایش جمعیت و افزایش تقاضای آب، موضوع پایداری مصرف آب نیز قابل طرح می‌باشد که قطعاً در گرو تطبیق رفتار انسان با چرخه آب است. جوامع انسانی نیازمند آنند که مدیریت استفاده از زمین و آب را چنین فراگیر و منسجم توسعه دهند که کمیت و کیفیت آب مصرفی انسان و اکوسیستم‌های تأمین‌کننده‌اش حفظ شود.

علی‌رغم ارزش و اهمیت آب به عنوان منشأ حیات و زیربنای رشد و توسعه، در بسیاری موارد به طور بیهوده و ندانسته تلف می‌گردد. تا زمانی که محدودیت آب بوجود نیامده بود و یا شدت آن به اندازه امروزی نبود، جدال بر سر تصاحب آب و ایجاد تنش رطوبتی جایگاهی نداشت. اما محدودیت منابع آب، مزایای جمعیت و تلاش در راستای حذف یا ترمیم کشاورزی کم‌بازده و همچنین تعالی و تکوین مهندسی کشاورزی نوین سبب شده تا ارزش نهاده‌های تولید و جایگاه تحقیقات بهینه‌سازی مصرف آب، ترقی و بهبود یابد. از آنجاییکه کمبود آب بزرگترین مانع توسعه است، برنامه‌ریزی در جهت کاهش وابستگی کشور به آب با بهینه‌کردن مصرف آب امکان‌پذیر خواهد بود. در بخش شهری با تغییر الگوی مصرف و استفاده از تجهیزات مناسب، در بخش صنعت از طریق بازیافت و استفاده مجدد از آب و در بخش کشاورزی با بالا بردن راندمان آبیاری می‌توان میزان وابستگی به آب را کاهش داد. بنابراین با توجه به سهم عظیم مصرف آب در کشاورزی و نیز پایین بودن راندمان مصرف آن، انتخاب و به‌کارگیری راهکار مناسب در بهینه‌سازی مصرف آب، شایان توجه است. بهینه‌سازی مصرف آب لزوماً کم مصرف کردن نیست، بلکه به موقع، به مقدار و به تعداد آبیاری کردن و منطبق بر اصول و راهبردهای مهندسی آبیاری بودن، ارزشمند و حائز اهمیت است. به طوری که در کشت آبی، استراتژی کم‌آبیاری و در کشت دیم، تکنیک آبیاری تکمیلی، ایده‌آل و مطلوب هستند (توکلی، ۱۳۷۹).

#### ۱-۱-۱ محصول گوجه‌فرنگی

از میان محصولات باغی، گوجه‌فرنگی با نام علمی *Lycopersicon esculentum* در رژیم غذایی مردم جهان جایگاه خاصی دارد. به لحاظ تنوع مصرف، واریته‌های مختلفی از این محصول کشت و توسعه یافته است. صرفنظر از واریته، این محصول جزء گیاهان پرتوقع از نظر نور، دما و آب محسوب می‌گردد. بر اساس آمار سازمان خواروبار و کشاورزی در سال ۲۰۰۴ سطح زیر کشت گوجه‌فرنگی در جهان در حدود ۴/۴

میلیون هکتار، میزان تولید ۱۲۰/۴ میلیون تن و عملکرد متوسط آن ۲۷/۲ تن در هکتار گزارش شده است. چین با تولید بیش از ۳۰ میلیون تن گوجه‌فرنگی در سال اولین و ایران با تولید بیش از ۴ میلیون تن، نهمین کشور تولید کننده گوجه‌فرنگی در دنیا است (فائو، ۲۰۰۴).

### ۱-۱-۲ انواع مدیریت در آبیاری

به لحاظ عملی می‌توان گفت آبیاری کوششی است که انسان به عمل می‌آورد تا چرخه هیدرولوژی را در مزرعه تغییر داده و شرایط را از نظر آب به گونه‌ای فراهم سازد که رشد مطلوب گیاه و در نتیجه تولید بیشتر محصولات کشاورزی امکان‌پذیر گردد. هدف اصلی آبیاری تأمین کمبود رطوبت ناحیه ریشه است آنقدر که گیاه تنش نبیند، ولی در عین حال آنقدر یکنواخت و کارا که باعث صرفه‌جویی در مصرف انرژی، آب، مواد غذایی گیاه و کارگر شود (علیزاده، ۱۳۸۱). با توجه به کمبود منابع آب، این هدف با به‌کارگیری روش‌هایی که در نهایت منجر به افزایش کارایی مصرف آب گردد، امکان‌پذیر است.

#### الف) آبیاری کامل

آبیاری کامل برای مناطقی قابل توصیه است که ضریب فراوانی آب بر زمین بیشتر از یک بوده و عوامل تولید نیز در حد مطلوب فراهم باشد که در ایران هیچ‌کدام از این شرایط برقرار نیست (خیرابی و همکاران، ۱۳۷۵). آبیاری کامل به منظور کسب حداکثر محصول از واحد سطح (تولید پتانسیل) در شرایطی قابل اعمال است که اولاً آب کافی در اختیار بوده و ثانیاً عملیات آبیاری کم هزینه، محصول بدست آمده گران قیمت و بهای آب آبیاری کم باشد (فرشی، ۱۳۷۹). عمق آب آبیاری کامل که حداکثر میزان عملکرد در واحد سطح را سبب می‌شود، عمقی است که از حداکثر نیاز آبی گیاه بدست می‌آید و یا در کتب مرجع آبیاری بدان اشاره شده است و با این عمق در صورتی که سایر عوامل و پارامترهای رشد فراهم باشد حداکثر میزان عملکرد در واحد سطح بدست می‌آید (توکلی، ۱۳۷۹).

#### ب) کم آبیاری

کم آبیاری از تکنیک‌های به کار رفته برای کسب محصول با درآمد و سود حداکثر در سال‌های اخیر است که به دلیل تشدید بحران آب و ازدیاد جمعیت از یک سو و انباشت تجربیات و تحقیقات مربوطه از سوی دیگر، انتظار می‌رود جایگاه شایسته خود را در ایران پیدا کند.

محدودیت منابع آب و فراوانی نسبی اراضی در ایران، ما را به سوی کم آبیاری سوق می‌دهند. طبق تعریفی ساده، کم آبیاری استفاده حداکثر از واحد آب (به جای واحد زمین) است. هدف از کم آبیاری، بهبود راندمان کاربرد آب<sup>۱</sup> و در نتیجه افزایش بازده بدست آمده از واحد آب کاربردی است. هر کاهش بازدهی که در اثر

<sup>۱</sup> - Water Use Efficiency

تنش پدید می‌آید از طریق سود حاصل از کاهش قیمت آب مصرفی و به تبع آن افزایش سطح زیر کشت جبران می‌شود.

کم‌آبیاری یک روش یا سیستم آبیاری نیست، بلکه یک نوع مدیریت کارا و پویای بهره‌برداری به شمار می‌رود که اثرات ویژه‌ای در مدیریت منابع آب، استحصال آب، انتقال آب، و مصرف آن و نهایتاً در اقتصاد کشاورزی (افزایش عملکرد و یا سود خالص به ازای واحد آب مصرفی) دارد (کیپیس و همکاران، ۱۹۸۹).

### ج) آبیاری بخشی

تکنیک پی آر دی<sup>۲</sup> یا آبیاری بخشی یک تکنیک جدید آبیاری است که در آن سیستم ریشه گیاه به دو قسمت تقسیم می‌شود و در هر بار آبیاری فقط یک سمت ریشه‌ها آبیاری می‌شود و سمت دیگر خشک باقی می‌ماند و قسمت آبیاری شده طی تناوب‌های مختلف بسته به مدیریت اعمالی جابه‌جا می‌شود. در واقع این آبیاری یک استراتژی حفظ آب است، که در هر زمان فقط بخشی از ناحیه ریشه مرطوب است.

کم‌آبیاری سنتی و آبیاری بخشی پوشش گیاهی را محدود می‌کنند و راندمان استفاده از آب را در محصولات چند ساله و درختان میوه بهبود می‌بخشند. به هر حال این دو روش اعمال آبیاری، از دو جنبه کلیدی با هم تفاوت دارند. کم‌آبیاری سنتی در واقع اعمال مدیریت و اداره زمان می‌باشد در حالی که آبیاری بخشی اعمال مدیریت و دستکاری روی مکان است. این دو روش مدیریت آبیاری اگر چه به طور متفاوت عمل می‌کنند، اما بازده نهایی آنها از نظر محدودیت در رشد گیاه و افزایش بازده کاربرد آب (WUE) مشابه هم است (کریدمن و گودوین، ۲۰۰۲). در واقع این دو راهکار آبیاری باعث کاهش رشد پوشش گیاهی، ثابت نگهداشتن بازده، کاهش آب مصرفی و بهبود راندمان کاربرد آب می‌شوند (وایت، ۲۰۰۳).

<sup>2</sup>- Partial Rootzone Drying



## فصل دوم

### بررسی منابع

کشاورزان از دیر باز به دنبال حداکثر کردن محصول تولیدی با امکانات موجود بوده‌اند و این نحو حداکثر کردن میزان محصول تولیدی در واحد سطح با آب نامحدود انجام شده است. کم‌آبیاری یک تکنیک مدیریتی است که روی مجموعه "سیستم آبیاری، الگوی کشت، نوع خاک، ابعاد کیفی و کمی منابع آب، مدیریت نیروی انسانی و ابعاد اقتصادی" تأثیرپذیری و تأثیرگذاری گوناگون دارد. کم‌آبیاری به عنوان یک راهبرد عملی و تکنیکی فنی - اقتصادی در حصول و تکوین الگوی بهینه مصرف آب بشمار می‌رود. در کشور هند در سطح وسیع از کم‌آبیاری استفاده می‌گردد به طوری که در غرب یامانا<sup>۱</sup> میزان آب مصرفی که از طریق شبکه آبیاری تحویل می‌گردد تنها ۲۰ تا ۲۵ درصد کل نیاز آبی می‌باشد (توکلی و فرداد، ۱۳۷۵).

#### ۲-۱ آثار کم‌آبیاری

با کاهش منابع آب، نیاز است تا تحقیقات بیشتری برای نیل به افزایش محصول تولیدی در ازای مصرف آب کمتر، انجام گیرد. در این خصوص پروژه‌های متعددی در سطح دنیا انجام یافته است.

---

<sup>۱</sup> - Yamana

## ۲-۱-۱ تأثیر کم آبیاری بر روی عملکرد محصول و راندمان مصرف آب

انگلیش و راجا (۱۹۹۶) در آنالیزی که روی کم آبیاری به منظور بررسی مفید بودن این راهکار در سه مکان مختلف روی گندم، پنبه و ذرت به اجرا درآوردند به این نتیجه رسیدند که کم آبیاری بسته به شرایط محیط و مکان، ۱۵ تا ۹۵ درصد سود را افزایش می‌دهد.

کم آبیاری سبب بهبود کیفیت برخی از محصولات می‌شود. برای مثال سبب افزایش درصد پروتئین گندم و دیگر غلات، طول و استحکام الیاف در پنبه و درصد قند در چغندر قند می‌شود (کریگ، ۱۹۸۶؛ ماسیک و پورتر، ۱۹۸۹). اکبری طی پژوهشی که در سال ۱۳۷۲ روی محصول چغندر قند در ایستگاه کبوترآباد اصفهان به عمل آورد نتیجه گرفت که با کاهش ۳۰ درصد از مقدار آب مصرفی گیاه تنها ۱۰ درصد کاهش محصول داشته که با افزایش میزان قند و کاهش مواد مضر، کمبود محصول جبران شده است (اکبری، ۱۳۷۷). کریمی (۱۳۸۵) عملکرد ذرت علوفه‌ای را تحت تأثیر سطوح مختلف آب و کود بررسی کرد و نشان داد بیشترین عملکرد ماده خشک، عملکرد دانه و کارایی مصرف آب در تیمار آبیاری کامل و کمترین عملکرد در تیمار با تنش آبیاری بدست آمد.

در تحقیقی مشابه، به منظور بررسی تأثیر میزان آب آبیاری بر عملکرد علوفه تر و خشک و کارایی مصرف آب شبدر ایرانی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با آرایش کرت‌های خرد شده در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی چهار تخته شهرکرد اجرا گردید. تیمارهای آبیاری شامل ۵۰، ۶۵ و ۸۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک بود. نتایج نشان داد اثر آبیاری بر عملکرد علوفه تر و خشک در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد اما بر روی کارایی مصرف آب معنی‌دار نمی‌باشد. بیشترین میزان عملکرد علوفه تر از تیمار آبیاری ۵۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک به میزان ۴۲/۹۱۳ تن در هکتار بدست آمد (محمدی و حقیقتی، ۱۳۸۵).

هدف در کم آبیاری عمدتاً تولید حداکثر محصول با کمترین هزینه می‌باشد. در این راستا، ابراهیمی پاک (۱۳۷۹) در شهرکرد طرحی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تیمار روی محصول یونجه اجرا نمود و براساس مقادیر مختلف آب مصرفی، تابع تولید هزینه را به دست آورد و تحلیل اقتصادی انجام داد. نتایج این تحقیق نشان داد اگر چه آبیاری کامل، بالاترین میزان عملکرد ( $1370 \frac{Kg}{ha}$ ) را به دنبال داشت اما سود خالص نهایی کاهش پیدا کرد. در کم آبیاری، با صرفه‌جویی ۲۰ درصد آب مصرفی نسبت به آبیاری کامل، عملکرد محصول ۵ درصد کاهش یافت اما سود خالص نهایی تغییر نکرد و بالاترین نسبت درآمد به هزینه‌ها<sup>۱</sup> حاصل شد. با صرفه‌جویی ۶۱ درصد آب مصرفی نسبت به آبیاری کامل، بالاترین میزان درآمد خالص به ازای واحد

<sup>۱</sup>  $\frac{B}{C}$

آب مصرفی<sup>۱</sup> بدست آمد. میشل و همکاران<sup>۲</sup> اثرات کم آبیاری را بر عملکرد و کیفیت باغ‌های میوه مورد بررسی قرار داده و گزارش نمودند که کم آبیاری موجب کاهش تجمع آب در میوه شده و نسبت مواد جامد محلول، غلظت قند، اسید سیتریک و پتاسیم را افزایش داده است (به نقل از ماهاجان و سینگ، ۲۰۰۶؛ نورجو و همکاران، ۱۳۸۵).

فرخنده (۱۳۸۳) تأثیر سطوح مختلف آبیاری را بر روی گرمک بررسی کرد و نشان داد با افزایش مقدار آب آبیاری کاربردی از ۳۰۰ به ۳۴۲ و ۳۸۴ میلیمتر در تیمارهای ۶۵، ۸۰ و ۹۵ درصد تبخیر از تشت، عملکرد میوه تازه گرمک از ۹۵/۲۰۶ به ۱۱۵/۴۵۳ و ۱۶۳/۰۱۸ کیلوگرم در هر پلات افزایش یافت. میانگین وزن میوه در تیمارهای ۶۵ و ۸۰ درصد برابر بود اما تعداد میوه نسبت به تیمار ۹۵ درصد کاهش داشت.

در آبیاری سطحی نیز روش‌های مهمی برای اعمال کم آبیاری وجود دارد. یکی از این روش‌ها که اخیراً مورد استفاده قرار گرفته، روش آبیاری شیاری یک در میان می‌باشد. در این روش در هر نوبت آبیاری، شیارها به صورت یک در میان آبیاری می‌شوند. در این روش آب در یک طرف ردیف‌های کاشت قرار می‌گیرد و پیاز رطوبتی پیشروی جانبی خواهد داشت و می‌تواند تا حدی رطوبت شیارهای آبیاری نشده را تأمین کند و هر چه این پیشروی بیشتر باشد، آبیاری با موفقیت بیشتری انجام خواهد شد. شایان نژاد (۱۳۸۵) در تحقیقی تأثیر آبیاری شیاری یک در میان را بر راندمان مصرف آب سیب‌زمینی بررسی کرد و نشان داد که روش مذکور به طور معنی‌داری راندمان مصرف آب را افزایش می‌دهد. دومینگو و همکاران (۱۹۹۶) تأثیر کم-آبیاری را روی درختان لیمو مورد مطالعه قرار دادند و ملاحظه کردند زمانی که ۲۰ تا ۳۰ درصد در آب آبیاری صرفه جویی شود تغییری در بازده درختان لیمو ایجاد نخواهد شد. به علاوه، کم آبیاری تأثیری بر خصوصیات شیمیایی لیمو ندارد.

سپاسخواه و همکاران (۱۹۹۷) طبق آزمایشی که در مورد آبیاری یک در میان روی محصول چغندر قند در سال ۱۳۷۱ در شیراز به عمل آوردند نتیجه گرفتند که عملکرد ریشه چغندر قند در آبیاری شیاری یک در میان با دوره ۶ روزه با آنچه در آبیاری شیاری معمولی با دوره ۱۰ روزه بدست آمد برابری دارد ضمن آنکه مقدار آب در آبیاری یک در میان ۲۳ درصد کاهش می‌یابد. همچنین کنگ و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند آبیاری شیاری متناوب با کاهش ۵۰ درصد آب آبیاری بازده بالایی را در ذرت سبب می‌شود.

واکنش گیاه نسبت به خشکی نیز متفاوت می‌باشد و این واکنش حتی در گونه‌های مختلف و یا ارقام یک گونه هم متفاوت است. برخی گیاهان نسبت به کم آبیاری حساسیت زیادی از خود نشان می‌دهند که در این صورت نباید کم آبیاری را برای این نوع محصولات به اجرا درآورد. به عنوان مثال در یک تحقیق در شمال

۱-  $\frac{N.B}{W}$

۲- Mitchel et al.

غرب آمریکا، کمبود رطوبت خاک تأثیر کمی روی عملکرد سیب‌زمینی داشت اما باعث تغییرات معنی‌دار در شکل غده و کیفیت و بازارپسندی آن گردید (روبینز و دومینگو<sup>۱</sup> ۱۹۵۶ و اسپارکس<sup>۲</sup>، ۱۹۵۸ به نقل از فروغی، ۱۳۸۵).

## ۲-۱-۲ تأثیر کم‌آبیاری بر گوجه‌فرنگی

کم‌آبیاری به عنوان یک تکنیک که قابلیت افزایش راندمان مصرف آب را داراست در مورد محصولات مختلف، به خصوص محصولات پرتوقع از نظر نیاز آبی مثل گوجه‌فرنگی، به کار گرفته شده است. این تکنیک هم بر کیفیت و هم بر کمیت محصولات تأثیر گذار است. گوجه‌فرنگی نیز به عنوان یک محصول نسبتاً پر مصرف در سبد خانوار، از اهمیت خاصی برخوردار بوده و تحقیقات مختلفی در ارتباط با تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری و مواد مغذی روی خصوصیات کمی و کیفی آن انجام شده است. میشل و همکاران در دانشگاه کالیفرنیا، در یک بررسی روی محصول گوجه‌فرنگی، به این نتیجه رسیدند که کم‌آبیاری، عملکرد و آب ذخیره گوجه‌فرنگی را کاهش داده، اما میزان مواد جامد محلول، درصد قند، میزان اسید سیتریک و پتاسیم را افزایش می‌دهد. علت تقلیل آب جمع شده در گوجه‌فرنگی در اثر کم‌آبیاری این است که در هنگام تنش آب جمع شده در میوه به سایر قسمت‌های گیاه منتقل می‌شود. در نتیجه آب ذخیره شده در میوه کاهش می‌یابد (به نقل از نورجو و همکاران، ۱۳۸۵).

نورجو و همکاران (۱۳۸۵) اثرات سطوح مختلف آبیاری را روی گوجه‌فرنگی بررسی کردند و دریافتند میزان آب آبیاری بر عملکرد محصول در سطح یک در صد معنی‌دار است به طوری که افزایش ۲۵ درصد آب آبیاری مازاد بر نیاز آبی گیاه فقط موجب افزایش ۳ درصد تولید و کاهش آب آبیاری به میزان ۲۵ و ۵۰ درصد به ترتیب موجب کاهش عملکرد به مقدار ۲۹/۳ و ۴۰/۶ درصد شده است. میزان آب آبیاری در سطح ۵ درصد بر مقدار مواد جامد محلول مؤثر بوده و با افزایش میزان آب آبیاری از درصد مواد جامد محلول کاسته شده است ولی تأثیر آن بر مقدار پ-هاش محصول معنی‌دار نبوده است.

آلوز و همکاران<sup>۳</sup> (۱۹۸۲) آبیاری قطره‌ای را روی سه رقم گوجه‌فرنگی با مقادیر ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸، ۰/۹، ۱ و ۱/۲ برابر تبخیر از تشت اعمال کردند و نتیجه گرفتند که حداکثر عملکرد (۵۸/۹ - ۴۹/۶ تن در هکتار) در هر سه رقم، از تیمار آبیاری با تأمین ۹۰ درصد نیاز آبی حاصل می‌شود. این محققان ضریب گیاهی گوجه‌فرنگی را ۰/۹ توصیه کردند (به نقل از زمردی و همکاران، ۱۳۸۵).

هنگامی که گیاه با کمبود آب مواجه می‌شود مکانیسمی به کار می‌برد که در آن روزنه‌های خود را می‌بندد. در نتیجه میزان فتوسنتز و تأمین دی‌اکسید کربن نیز تقلیل پیدا می‌کند. همچنین تنش آبی توانایی

<sup>۱</sup> -Robins & Domingo

<sup>۲</sup> - Sparks

<sup>۳</sup> -Alves et al.