بسم الله الرحمن الرحيم

اثرکم آبیاری بر ویژگی‌های کمّی و کیفی ارقام ماش

به منظور بررسی تاثیرکم آبیاری بر ویژگی‌های کمّی و کیفی سه رقم ماش، آزمایشی بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل واقع در شهرستان زهک اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح آبیاری DI_1) آبیاری بر اساس ۴۵ درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده خاک در کل دوره رشد(شاهد) DI_2) آبیاری بر اساس ۷۰ درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده خاک در کل دوره رشد DI_3) آبیاری بر اساس ۷۰ درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده خاک در مرحله رویشی DI_4) آبیاری بر اساس ۷۰ درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده خاک در مرحله زایشی به عنوان عامل اصلی و سه رقم ماش (محلی سیستان و گوهر و پرتو) به عنوان عامل فرعی لحاظ شدند. نتایج بدست آمده در این آزمایش نشان داد تیمار کم‌آبیاری تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های کمی از قبیل: عملکرد دانه، اجزای عملکرد، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و ارتفاع بوته، ویژگی‌های کیفی مانند درصد پروتئین و عملکرد پروتئین، ویژگی‌های فیزیولوژیکی مانند مقدار پرولین و محتوی آب نسبی برگ، مقادیر کلروفیل a و b، فلورسانس کلروفیل، محتوای کلروفیل کل داشت. همچنین ویژگی‌های فنولوژیکی مانند تاریخ ظهور جوانه گل، تعداد روز از کاشت تا ۵۰ درصد گلدهی، تعداد روز از کاشت تا رسیدن اولین نیام، از کاشت تا رسیدگی کامل و تعداد روز از ظهور جوانه گل تا رسیدن کامل در ارقام ماش نیز به صورت معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای کم‌آبیاری قرار گرفت. در طی اعمال کم‌آبیاری در مراحل مختلف نمو، تیمار آبیاری بر اساس ۷۰ درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده خاک در مـــرحله رویشی (DI_3) نه تنها کاهش معنی‌دار در عملکرد و اجزای آن نداشت، بلکه بیشترین عملکرد، اجزای عملکرد، شاخص برداشت و طولانی‌ترین دوره زایشی و رویشی را نیز به دنبال داشت. اگر چه کم‌آبیاری می‌تواند ویژگی‌های کمی، کیفی، فیزیولوژیکی و فنولوژیکی ماش را تحت تأثیر قرار دهد، اما میزان تأثیر آن به مرحله وقوع تنش بستگی داشت. نتایج نشان داد که رقم محلی سیستانی مقاوم‌ترین رقم در برابر اعمال کم‌آبیاری در مراحل مختلف رشدی نسبت به سایر ارقام بود. رقم محلی سیستانی به خاطر طول دوره رویشی و زایشی طولانی‌تر و ظرفیت تولید عملکرد بالاتر، نسبت به دو رقم دیگر و تطبیق مراحل فنولوژیک آن با شرایط آب و هوایی این منطقه به منظور کشت و کار استفاده شود.

واژه های کلیدی: دوره‌ی زایشی، تخلیه رطوبت، تنش خشکی، عملکرد، ویژگی‌های فیزیولوژیکی

Effect of deficit irrigation on quantitative and qualitative traits of three mung-bean Cultivars

In order to study the effects of deficit irrigation (DI) on quantitative and qualitative traits of three mungbean Cultivars a field experiment was conducted in 2010 in research institute of zabol agriculture faculty. The experiment was conducted in split plot design with four replications. The treatments were comprised of four levels of deficit irrigation included: DI_1) irrigation based on 45 percent available soil water depletion at all growth period (control), DI_2) irrigation based on 70 percent available soil water depletion at all growth period, DI_3) irrigation based on 70 percent available soil water depletion at vegetative growth stage, DI_4) irrigation based on 70 percent available soil water depletion at reproductive growth stage in main plot and three mungbean Cultivars as sub plot consisted of sistani (control), C2(Gouhar), C3(Partow).

Result of this study indicated that deficit irrigation treatments had significant influence on quantitative, qualitative, physiological and phonological traits of mungbean but these treatments hadn't significant influence on carbohydrate content. although In through of deficit irrigation (DI) exert at different growth stage yield and Yield attributes in DI3 didn't reduced but had higher yield and Yield attributes, harvest index and longest vegetative and reproductive period. This present study indicated that although DI affect on total cases but the level of this effect was depended on stage of growth period that stress occurred. Result indicated that sistani local cultivar was hard cultivar rather than other against of DI exert in all different growth stage. According to this result sistani local cultivar advice to planting in this region because of higher yield capacity, longer vegetative and reproductive period and phonological according with agro ecological condition.

Key words: Drought stress, Moisture depletion, Phonological parameters, Reproductive stage and Yield

فهرست مطالب

عنوان صفحه

مقدمه ۱

۱-۲- اهمیت آب و نقش آن در کشاورزی ٦

۲-۲- تعریف و جایگاه کم‌آبیاری ۸

۳-۲- جایگاه کم‌آبیاری ۹

٤-۲- مدیریت کم‌آبیاری ۱۲

۱-٤-۲-عملکرد محصولات زراعی در شرایط کم‌آبیاری ۱۳

۲-٤-۲-انتخاب نوع گیاه زراعی ۱۳

۳-٤-۲-خصوصیات خاک ۱٤

٤-٤-۲-سازگاری زراعی برای کم‌آبیاری ۱٤

٥-۲- ملاحظات مهندسی مدیریت کم‌آبیاری ۱٤

۱-٥-۲-کیفیت آب آبیاری ۱٥

۲-٥-۲-عملیات زراعی ۱٥

۳-٥-۲-میزان آبیاری ۱٥

٤-٥-۲-زمان آبیاری ۱٥

٥- ٥-۲-مصرف کود ۱٥

٦-۲-روش‌های اعمال کم‌آبیاری ۱٦

۷-۲- کم‌آبیاری و مراحل رشدی در گیاهان ۱٦

۸-۲- حبوبات و اهمیّت آنها ۱۷

۹-۲- اهمیّت، ارزش غذایی و موارد مصرف ماش ۱۹

۱۰-۲- ترکیبات شیمیایی و ارزش غذایی ماش ۲۰

۱۱-۲- مبدأ ماش و پراکندگی جغرافیایی آن ۲۱

۱۲-۲- سطح زیر کشت و میزان تولید ماش در جهان و ایران ۲۲

۱۳-۲- طبقه‌بندی گیاهشناسی ماش سبز ۲۳

۱٤-۲- خصوصیات مرفولوژیکی ۲٤

۱-۱٤-۲- ریشه ۲٤

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۲-۱٤-۲- ساقه ۲٤
۳-۱٤-۲- برگ ۲٤
٤-۱٤-۲- گل آذین ۲٤
٥-۱٤-۲-نیام ۲٤
۱٥-۲- فنولوژی ماش ۲٥
۱-۱٥-۲- رشد و نمو رویشی ۲٦
۲-۱٥-۲- رشد و نمو زایشی ۲٦
۱٦-۲- اکولوژی ماش ۲۷
۱-۱٦-۲- درجه حرارت ۲۷
۲-۱٦-۲- رطوبت ۲۸
۳-۱٦-۲-فتوپریود (طول روز) ۲۹
٤-۱٦-۲-عرض جغرافیایی ۳۰
٥-۱٦-۲- خاک ۳۰
٦-۱٦-۲-طول دوره رشد ۳۰
۱۷-۲- تثبیت نیتروژن ۳۱
۱۸-۲- عملیلت زراعی ۳۲
۱-۱۸-۲- آماده‌سازی زمین و کاشت ۳۲
۲-۱۸-۲-تاریخ کاشت ۳۲
۳-۱۸-۲-روش کاشت و میزان بذر ۳۲
٤-۱۸-۲-تراکم والگوی کاشت ۳۳
۱۹-۲- ارقام ماش ۳۳
۱-۱۹-۲-ارقام رایج ماش در ایران ۳٤
۲۰-۲- برداشت ماش سبز ۳٥
۲۱-۲- تأثیر کم‌آبیاری روی ویژگی‌های کمّی گیاه ۳٦
۱-۲۱-۲- اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزاء عملکرد ۳٦
۲۲-۲- تأثیر کم‌آبیاری روی ویژگی‌های کیفی گیاه ۳۷

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۲۳-۲- تأثیر کم‌آبیاری روی شاخص‌های فیزیولوژیک ۳۷

۲۳-۲-۱- اثر تنش خشکی برفلورسانس کلروفیل ۳۸

۲۳-۲-۲- اثر تنش خشکی بر کلروفیل برگ ٤۰

۲۳-۲-۳- اثر تنش خشکی بر پرولین و کربوهیدرات ٤۱

۲٤-۲- تأثیر کم‌آبیاری روی ویژگی‌های فنولوژیک گیاه ٤۲

۲۵-۲- اثر رقم بر ویژگی‌های فنولوژیک ماش ٤٤

مواد و روشها ٤۷

۳-۱- موقعیت و مشخصات آب و هوایی محل اجرای آزمایش ٤۷

۳ - ۲ - بررسی وضعیت آب و هوایی منطقه ٤۷

۳-۳- ویژگی‌های خاک و آب محل آزمایش ٤۸

۳-٤- مشخصات طرح آزمایش ٤۸

۳-۵- ارقام مورد استفاده ٤۹

۳-٦- عملیات زراعی ٤۹

۳-٦-۱- آماده سازی زمین و نحوه کشت ٤۹

۳-٦-۲-کاشت، داشت و برداشت ۵۰

۳- ۷- مراحل اجرای آزمایش ۵۰

۳- ۷-۱- نحوه محاسبه درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده خاک ۵۱

۳ -۸ - زمان و نحوه نمونه‌گیری ۵۱

۳-۹- روشهای اندازه‌گیری مشخصات گیاهی ۵۲

۳-۹-۱- ویژگی‌های کمّی ۵۲

۳-۹-۲- ویژگی‌های کیفی ۵۳

۳-۹-۳- شاخصهای فیزیولوژیک و تنش ۵٤

۳-۹-٤- ویژگی‌های فنولوژیک ۵۷

۳-۱۰- نرم افزارهای مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل آماری ۵۷

نتایج و بحث ۵۹

٤-۱- ویژگی‌های فنولوژیکی ۵۹

عنوان صفحه

۴-۱-۱- تاریخ ظهور جوانه گل ۶۰

۴-۱-۲- تعداد روز از کاشت تا ۵۰ درصد گلدهی ۶۲

۴-۱-۳- از کاشت تارسیدن اولین نیام(R_7) ۶۳

۴-۱-۴- از کاشت تا رسیدگی کامل (R_8) ۶۵

۴-۱-۵- تعداد روز از ظهور جوانه گل تا رسیدگی کامل ۶۶

۴-۲- ویژگی‌های کمی ۶۷

۴-۲-۱- ارتفاع بوته ۶۷

۴-۲-۳- اجزای عملکرد ۷۱

۴-۲-۴- عملکرد دانه ۷۷

۴-۲-۵- عملکرد بیولوژیک ۸۰

۴-۲-۶- شاخص برداشت ۸۱

۴-۳- شاخص های تنش ۸۲

۴-۳-۱- کربوهیدرات‌های محلول ۸۲

۴-۳-۳- مقادیر کلروفیل a و b و نسبت کلروفیل a/b ۸۶

۴-۳-۴- محتوای کلروفیل (SPAD Index) ۸۷

۴-۳-۵- فلوئورسانس کلروفیل ۸۹

۴-۳-۶- درصد محتوی رطوبت نسبی برگ (RWC) ۹۳

۴-۴- خصوصیات کیفی ۹۵

۴-۴-۱- درصد پروتئین ۹۵

۴-۴-۲- عملکرد پروتئین ۹۸

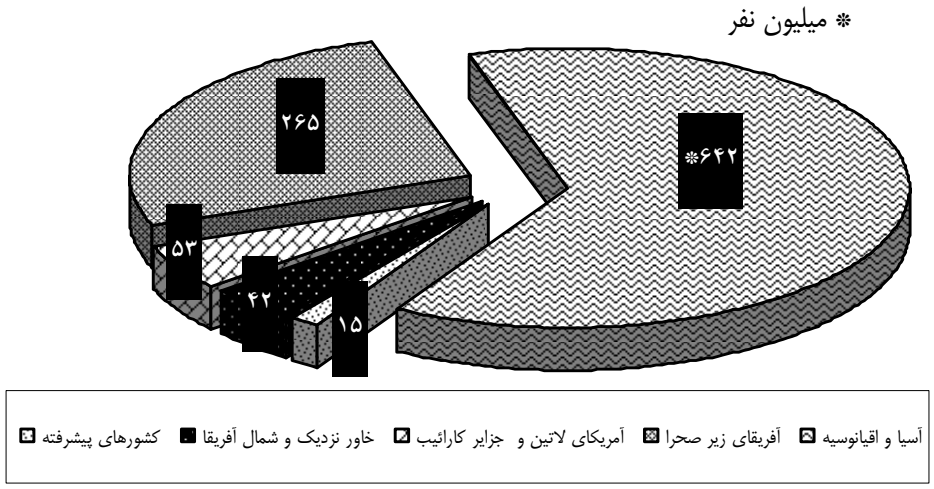
۴-۵- نتیجه‌گیری ۱۰۰

۴-۶- پیشنهادات ۱۰۱

فهرست منابع ۱۰۳

مقدمه

تغییرات اقلیمی و رشد جمعیت دو چالش بسیار مهم پیش روی کشاورزی امروز جهان است (Walace, 2000). سازمان خوار و بار و کشاورزی ملل متحد (FAO[1]) در تازه‌ترین گزارش خود با اعلام این که هم اکنون از شـش میلیارد و۶۵۰ میلیـون نفر جمعیت جهان بیش از یک میلیارد نفر از گرسنگی رنج می‌برند، در واقع زنگ خطر را برای جهانیان به صدا در آورد. براساس شکل ۱-۱ و آمارهای موجود بخش وسیعی از گرسنگان که دچارسوء تغذیه هستند، ساکن قاره آسیا و اقیانوسیه می‌باشد به طوری که شمارگرسنگان تنها در این قاره به ۶۴۲ میلیون نفر می‌رسد (FAO, 2009).



شکل ۱-۱- توزیع مکانی گرسنگان در جهان

1. Food and Agricultural Organization

خشکسالی و تنش‌های ناشی از آن مهمترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی هستند که تولیدات کشاورزی را با محدودیت روبرو ساخته و بازده استفاده از مناطق نیمه‌خشک را کاهش می‌دهد، به طوری که یکی از عوامل مهم محدود کننده تولید گیاهان زراعی آب می‌باشد (Shig,1989). زیاد بودن میزان تبخیر و تعرق و محدودیت منابع آبی سبب کاهش طول دوره رشد و کاهش عملکرد گیاهان زراعی می‌شود و این امر توجه بیشتر به مطالعه در مورد آثار تنش خشکی و انتخاب ارقام مقاوم به خشکی و همچنین ذخیره آب و مصرف کارآمد آن را طلب می‌کند (سرمدنیا، ۱۳۷۲).

در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان آبیاری از اهمیّت فزاینده‌ای برخوردار است و بواسطه تبخیر شدید، میزان بارش کم و بکارگیری روشهای سنّتی آبیاری، کمبود منابع آب غیر قابل اجتناب خواهد بود (Yazar *et al*., 2002). ایران در بخشی از کرهٔ زمین قرار گرفته که نزولات جوی در بسیاری از نقاط آن نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی را تأمین نمی کند. قرارگرفتن گیاهان در معرض تنش کمبود آب بویژه در برخی از مواقع سال، امری اجتناب ناپذیر است. برای حصول عملکرد رضایت بخش باید کمبود آب از طریق آبیاری تأمین و از منابع موجود بطور بهینه استفاده گردد (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵). اگر منابع آبی محدودیت داشته باشند سرعت جذب آب خاک بوسیله گیاه کمتر از سرعت تبخیر و تعرق[1] خواهد شد و اگر رطوبت خاک از حد بحرانی کمتر شود گیاه در معرض تنش قرار خواهد گرفت (Sincik *et al*., 2008 به نقل از Rosadi *et al*., 2005).

شیوه‌ی مدیریت آب در مزرعه تأثیرگذارترین عامل بر عملکرد محصول در کشاورزی فاریاب می-باشد. فشار ناشی از کمبود آب در بخش کشاورزی، انگیزه یافتن راههایی برای بهبود کارایی مصرف آب و بهره‌برداری کامل از منابع آب در دسترس را افزایش داده است که بکارگیری روش‌های جدید آبیاری یکی از این راه‌ها است (Al Omran *et al*., 2004). یکی از اهداف آبیاری، استفاده حداکثر از واحد حجم آب در شرایط محدودیت منابع آب می باشد. با توجه به محدودیت منابع آب توصیه می شود که کم آبیاری به عنوان یک گزینه به منظور افزایش بهره وری آب در طرح‌های آبیاری مد نظر قرار گیرد و بجای «آبیاری

1. Evapotranspiration

کامل»، کم آبیاری صورت پذیرد. در شرایط ایران بعلت محدودیت منابع آب «کم آبیاری» و بهینه سازی آن امری ضروری است و لازم است در طراحی همه پروژه ها مورد توجه قرار گیرد. کم آبیاری عبارت است از مصرف عمدی و عالمانه کمتر آب به منظور افزایش تولید در مجموعه اراضی تحت پوشش یا به عبارت دیگر استفاده بیشتر و بهتر از واحد حجم آب. آثار تبعی و طبیعی کم آبیاری کاهش عملکرد است. در روش کم آبیاری، با آب صرفه جوئی شده می توان سطح کشت را گسترش و عملکرد کل را افزایش داد (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵). یکی از جنبه های کم‌آبیاری این است که کشاورز اجازه می دهد که گیاه در معرض تنش کم آبی قرار بگیرد (Bourgault *et al*., 2010 به نقل از English and Raja, 1996).

کمبود غذا و سوء تغذیه به عنوان یکی از مهمترین و نگران کننده‌ترین معضلات جامعه بشری به دلیل رشد روز افزون جمعیت، مطرح است. در این میان کمبود پروتئین در جیره غذایی، بزرگترین آسیب را از لحاظ جسمی و فکری به انسان وارد می‌سازد. رشد جمعیت و توسعه اقتصادی و اجتماعی کشور در دو دهه اخیر باعث شده تا مصرف مواد پروتئینی بویژه گوشت قرمز افزایش چشمگیری یابد. بر این اساس، افزایش تولید مواد پروتئینی بویژه پروتئین‌های گیاهی که منابع ارزشمندی در تغذیه هستند، اجتناب ناپذیر است. لذا افزایش تولید حبوبات به عنوان مکمل منابع پروتئینی در برنامه های اقتصادی کشور مورد توجه قرار گرفته است (پارسا و باقری، ۱۳۸۷).

فواید حبوبات در نظام‌های زراعی شناخته شده است. بقایای این گیاهان شرایط فیزیکی خاک و حاصلخیزی آن را افزایش می‌دهد و این بخاطر قابلیت تثبیت نیتروژن بدلیل همزیستی ریزوبیوم می‌باشد. حبوبات، همچنین چرخه‌ی بیماری‌ها را نیز تحت تأثیر قرار دهند و از توسعه آن‌ها جلوگیری می‌کنند (Bourgault *et al*., 2010 به نقل از Hedley, 2001). معمولاً در نظام‌های زراعی، حبوبات برای محصولات بعد از خود مفید هستند. این منافع ممکن است بدلیل افزایش فراهمی نیتروژن نیتراتی در خاک، کنترل بیماریها و آفات سایر گیاهان و بهبود ساختمان خاک باشد. تأثیر بقایای گیاهی حبوبات در تناوب بر محصول بعدی از لحاظ حاصلخیزی نیتروژن خاک بسته به نوع گیاه حبوبات متفاوت است. به عنوان مثال، تأثیر معادل کود نیتروژن در خصوص ماش ۶۸ کیلوگرم در هکتار، نخود ۱۸ تا ۴۰ کیلوگرم در هکتار، عدس

۲۰ تا ۴۰ کیلوگرم در هکتار و برای نخود فرنگی و دال عدس ۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتارمی‌باشد (پارسا و باقری، ۱۳۸۷).

نیاز روز افزون به مواد غذایی بویژه به پروتئین، لزوم بهره‌برداری از گیاهان با درجه سازگاری بالا به اقلیم و شرایط خاکی کشور، با درصد پروتئین بالا برای تأمین نیاز غذایی بیش از پیش احساس می‌شود. کشت گونه‌هایی که نیاز چندانی به آب تابستانه نداشته باشند راه حل مناسبی جهت افزایش تولیدات کشور می‌باشد. گونه‌هایی که با مصرف کمتر آب، ماده خشک بیشتری تولیدکنند و به عبارت دیگر راندمان مصرف آب بالاتری داشته باشند از این نظر حائز اهمیت هستند.

یکی ازدلایل مشهور بودن ماش در مقاومت نسبی به خشکی، توانایی آن در توسعه ریشه به اعماق خاک در پاسخ به خشکی است. بعضی از ارقام ماش نسبت به سایرین مقاومت بیشتری به خشکی دارند و شاید بخاطر توانایی در بستن روزنه‌های برگ و کاهش سرعت رشد و توسعه‌ی برگی در زمان تنش کم آبی است. هر چند در مقایسه با لوبیای چشم بلبلی مقاومت کمتری به تنش خشکی دارد و کارآیی مصرف آب آن کمتر است، ولی به علّت فصل رشد کوتاه و توانایی فرار از خشکی لاین‌های هیبرید ماش رو به گسترش هستند (Whitmore, 2000). ماش قابلیت بالایی در حفظ عملکرد در شرایط رطوبتی نسبتاً پایین خاک دارد (Bourgault *et al*., 2010 به نقل از Bourgault *et al*., 2007). با توجه به بحران کم‌آبی در منطقه سیستان و کمبود مواد غذایی هدف از این آزمایش، ارزیابی تأثیر کم‌آبیاری بر ویژگی‌های کمّی و کیفی دانه و ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک ارقام ماش مورد آزمایش می‌باشد.

کلیات

۱-۲- اهمیت آب و نقش آن در کشاورزی

اهمیت آب در بخش کشاورزی به گونه‌ای است که آب به عنوان عامل و محرک اصلی فعالیت‌های کشاورزی به شمار می‌رود به همین دلیل حدود ۷۰ درصد آب مصرفی جهان به آبیاری اختصاص می‌یابد (وزارت جهاد کشاورزی،۱۳۸۷). از کل ۱۳۰ میلیارد متر مکعب آب‌های سطح کشور حدود ۱۰۵ میلیارد متر مکعب را جریان‌های سطحی و ۲۵ میلیارد متر مکعب را جریان‌های نفوذی به منابع آب‌های زیرزمینی تشکیل می‌دهد. در حال حاضر از کل آب‌های قابل استحصال در سطح کشور (۸۷/۵ میلیارد متر مکعب)، رقمی بالغ بر ۸۲ میلیارد متر مکعب یعنی ۹۴ درصد به بخش کشاورزی اختصاص یافته است (شعبانی و همکاران، ۱۳۸۵). با عنایت به اینکه حدود ۹۰ درصد از تولید محصولات زراعی و باغی کشور حاصل از کشت آبی می‌باشد، به جرأت می‌توان گفت که آب محور توسعه کشاورزی است.

از طرف دیگر بخش کشاورزی با این واقعیت روبروست که در آینده بایستی ضمن مصرف آب کمتر تولید بیشتری را عرضه نماید. افزایش کارائی مصرف آب و ارائه راهبردهای بهینه سازی کارائی مصرف آب نقش حیاتی در افزایش عمکرد در واحد سطح و همچنین افزایش سطح اراضی فاریاب به عهده خواهد داشت و با توجّه به محدودیت کمّی و کیفی این مادّه ارزشمند از جایگاه خاصّی برخوردار است (وزارت جهاد کشاورزی،۱۳۸۷). گیاهان برای رشد و توسعه‌ی مناسب به آب نیاز دارند (Hossain, 2008). آب مایه حیات است و مهمترین ماده لازم برای فرآیندهای فتوسنتزی است. کمبود آب بطور مستقیم رشد گیاهان و در نتیجه سرعت تولیدات کشاورزی را محدود می‌کند. افزایش تقاضا برای آب که در نتیجه افزایش جمعیت و توسعه صنایع، آلودگی آب و تغییرات اقلیمی[1] – خشکسالی‌های مکرر می‌باشد، سهمیه تخصیص آب برای کشاورزی را کاهش داده است (Kirda *et al*., 1999 به نقل از Hanks, 1983).

1. Climate Change

با توجه به ارزش آب در کشاورزی و محدودیت این منبع مهم و حیاتی و وجود خشکسالی‌های متناوب در کشور، صرفه جویی در مصرف و استفاده بهینه از آب موجود لازم و ضروری به نظر می‌رسد. آب از جمله نهاده های تولید است که در مهندسی کشاورزی از اهمیت زیادی برخوردار است. محدودیت آب عمده‌ترین عامل منفی و بازدارنده در زراعت آبی می باشد (حسینی ابریشمی، ۱۳۷۵). نوع آبیاری مناسب برای هر گیاه متفاوت است و زمان آبیاری بیشترین تأثیر را بر کمیّت و کیفیت عملکرد محصول دارد، زیرا که بعضی از مراحل رشدی گیاهان به کمبود آب خاک در اثر تأخیر آبیاری حساس‌ترند. در شرایط محدودیت آب (تنش کم آبی[۱] و یا کمبود آب[۲]) مقدار آب خاک در ناحیه‌ی ریشه‌ی گیاه کمتر از زمانی است که آبیاری بطور کامل صورت می‌گیرد (Hossain, 2008).

آبیاری کامل به منظور کسب حداکثر محصول از واحد سطح در شرایطی قابل اعمال است که اولاً آب به مقدار کافی در اختیار باشد و ثانیاً امکان توسعه و افزایش سطح زیرکشت وجود نداشته باشد. اما در شرایطی که نه تنها آب به اندازه و مقدار کافی در دسترس نباشد، بلکه اراضی مستعد و قابل احیای زیادی وجود دارند که در صورت رسیدن آب به آنها امکان افزایش تولید قابل توجهی وجود خواهد داشت، کم‌آبیاری یکی از گزینه‌های پیش‌روست (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵). کلید اصلی جهت ذخیره بیشتر آب و بهبود راندمان آبیاری و حفظ کشاورزی فاریاب پایدار، شناسایی زمان بحرانی آبیاری و زمانبندی (مقدار و زمان) آبیاری بر اساس نیاز واقعی گیاه می‌باشد (Ngouajio *et al*., 2007).

با این توصیف کم آبیاری یکی از راه های بهینه سازی مصرف آب است که به محصولات اجازه می‌دهد مقداری تنش رطوبتی را در طول فصل رشد تحمل کنند که هدف از آن افزایش کارایی آب با کاهش مقداری از آبیاری است که تأثیر معنی داری در عملکرد ندارد (حسینی ابریشمی، ۱۳۷۵).

2. Water Stress

3. Deficit Water

امروزه تکنیک کم‌آبیاری[1] یکی از راههای مؤثر و عملی است که می‌تواند حداقل آب مصرفی با عملکرد قابل قبول و اقتصادی را تعیین و توجیه نماید. کم‌آبیاری در واقع تعیین کننده حد مجاز کاهش عملکرد ناشی از کاهش آب مصرفی است. در این تکنیک با کاهش مقدار آب مصرفی و تعیین حد بهینه آن هرچند عملکرد در واحد سطح کاهش می‌یابد، ولی با کاهش هزینه استحصال، انتقال و توزیع آب، در نهایت سود بیشتری عاید خواهد گردید (توکلی، ۱۳۷۶).

۲-۲- تعریف و جایگاه کم‌آبیاری

کم‌آبیاری یعنی استفاده کمتر آب نسبت به توان مصرفی گیاه (Hossain, 2008). کم‌آبیاری عبارت است از «مصرف عامدانه و عالمانه کمتر آب، به منظور افزایش تولید در مجموعه اراضی تحت پوشش» و یا به عبارت ساده‌تر می‌توان گفت کم‌آبیاری عبارت است از «استفاده بیشتر و بهتر از واحد حجم آب» (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵و Wilhite, 2005). در بعضی از مناطق که مقدار آب کم است، بطور آگاهانه در برنامه آبیاری، آب کمتری در اختیار گیاه قرار می‌گیرد که به عملیات کم‌آبیاری شناخته می‌شود (Aswathanarayana, 2007).

یکی از اهداف کم‌آبیاری افزایش کارایی مصرف آب از طریق کاهش میزان آب آبیاری در مقابل افت ناچیز عملکرد است. تاکنون تلاش‌های محققین و متخصصان کشاورزی عمدتاً به زیاد کردن تولید در واحد سطح معطوف شده و میزان تولید به ازای واحد نهاده و از جمله آب مصرفی، کمتر مد نظر بوده است. در صورتی که بر اساس قانون حداقل و در شرایط محدودیت منابع آب و فراوانی نسبی اراضی قابل کشت، هدف بایستی افزایش تولید به ازای واحد آب مصرفی و استفاده بهینه از منابع آب محدود باشد.

در شرایط محدودیت منابع آبی و فراوانی نسبی اراضی قابل کشت (شرایط حاکم بر اکثر مناطق ایران)، هدف اساسی بایستی بالا بردن تولید به ازای واحد آب مصرفی و استفاده بهینه از این منابع باشد.

1.Deficit Irrigation

اصولاً همواره این گونه نیست که افت عملکرد دقیقاً متناظر با کاهش آب مصرفی باشد. بدین مفهوم که ۱۰ درصد کاهش در مصرف آب به میزان ۱۰ درصد افت عملکرد ایجاد کند بلکه عموماً این روند غیر خطی است و میزان افت عملکرد بسیار کمتر از میزان کاهش آب مصرفی است. از سوی دیگر بکارگیری شیوه‌ای از کم‌آبیاری که کاربرد آن در سطح زارعین و مناطق امکان پذیر باشد، بسیار با اهمیت است (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵).

هدف اصلی از اجرای کم‌آبیاری همانا افزایش راندمان (بازده)کاربرد آب، چه از طریق کاهش میزان آب آبیاری در هر نوبت و یا حذف آبیاری هایی است که کمترین بازدهی را دارند. هر گاه منابع آب محدود بوده و هزینه آب و آبیاری زیاد باشد، کارایی مصرف آب برای بیشترین محصول زیاد نخواهد بود. هنگامی که مشکلاتی از نظر تأمین سرمایه، انرژی، نیروی کارگر و یا سایر منابع اساسی وجود داشته باشد، یا هنگامی که هزینه‌های این گونه منابع زیاد باشد، اعمال کم‌آبیاری می تواند در افزایش عملکرد و سود، مفید واقع شود. کم‌آبیاری می‌تواند برای گسترش سطح زیر کشت و به حداکثر رسانیدن و یا بهبود و تثبیت تولیدات یک منطقه نیز استفاده شود(English *et al*., 1990).

هرچند، راهکار بهینه از نقطه نظر زارع، کاربرد حجمی از آب آبیاری است که درآمد خالص او را به حداکثر می‌رساند و نه مقدار آبی که بیشترین محصول را تولید می‌کند (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵)، به عبارت دیگر، کشاورزان بدنبال حداکثر عملکرد نیستند، بلکه بدنبال حداکثر سود هستند که در نتیجه ذخیره‌ی آب و بدنبال آن افزایش سطح زیر کشت، چه همان محصول زراعی و چه محصول دیگر بدست می‌آید (Kirda *et al.*, 1999).

۳-۲- جایگاه کم‌آبیاری

راه‌های پایدار جهت افزایش کارایی استفاده از آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک از اهمیت بالایی برخوردار است (Geerts and Raes, 2009 به نقل از Debaeke and Aboudrare, 2004). در مناطقی که کشاورزان آب کمی برای آبیاری در اختیار دارند، می‌توانند یکی از راه‌های زیر را انتخاب کنند:

۱) سطح زیر کشت را کاهش دهند و آب را تا حد کافی و نیاز در اختیار گیاه قرار دهند و یا ۲) تمام سطح را زیر کشت ببرند ولی بخشی از نیاز آبی گیاه را تأمین کنند. راهکار دوم مرتبط با کم‌آبیاری است. ضرورت

اعمال کم‌آبیاری به نحوی احساس شده است که پیشنهاد طراحی آبیاری بر مبنای اطمینان ۵۰ درصد آب موجود مورد تأیید قرار می‌گیرد (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵ به نقل از English *et al*., 1990).

افزایش درآمد و سود خالص[1] با کم‌آبیاری از سه عامل منشاء می‌گیرد: الف) افزایش راندمان آبیاری، ب) کاهش هزینه های آبیاری و ج) کاهش هزینه های آب با صرفه جویی در آن (Hossain, 2008). کاهش هزینه‌ها شامل کاهش مصرف آب در واحد سطح، کاهش زمان کار موتور پمپ، کاهش نیروی کارگری، افزایش سرعت تکمیل آبیاری و بهینه سازی هیدرو مدول آبیاری و همچنین علاوه بر همراه بودن با کاهش عملکرد باعث کاهش هزینه‌های آبیاری، هزینه های بذر و کود و برداشت محصول نیز کم می‌شود (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵).یکی از مسائلی که بطور عام اهمیّت و جایگاه کم‌آبیاری را مشخص می‌کند، بیلان منابع آب در جهان و ایران است. جدول (۱-۲) سهم آب مصرفی در بخش‌های کشاورزی، خانگی (شرب) و صنعت را به تفکیک قاره‌ها بر اساس گزارش کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی(ICID) در سال۱۹۹۷نشان می‌دهد.

جدول ۱-۲- سهم آب مصرفی در بخش‌های کشاورزی، خانگی و صنعت به تفکیک قاره‌ها (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵)

	کشاورزی (درصد)	خانگی(درصد)	صنعت (درصد)	کل (کیلومتر مکعب درسال)
آفریقا	۸۸	۷	۵	۱۴۴
آسیا	۸۶	۶	۸	۱۵۳۱
شوروی (سابق)	۶۵	۷	۲۸	۳۵۸
اروپا	۳۳	۱۳	۵۴	۳۵۹
آمریکای مرکزی و شمالی	۴۹	۹	۴۲	۶۹۷
اقیانوسیه(استرالیا)	۳۴	۶۴	۲	۲۳
آمریکای جنوبی	۵۹	۱۹	۲۳	۱۳۳
جهان	۶۹	۸	۲۳	۳۲۴۵

بر اساس آمارمطالعات وزارت نیرو متوسط بارندگی در جهان، ۸۶۵ میلیمتر و در ایران، ۲۵۰ میلیمتر است؛ یعنی متوسط بارندگی‌های ایران کمتر از یک سوم متوسط بارندگی جهان است و سهم مصرف آب شرب و بهداشتی در جهان، ۸ درصد و در ایران، ۶ درصد است. سهم مصرف آب کشاورزی در جهان، ۷۰

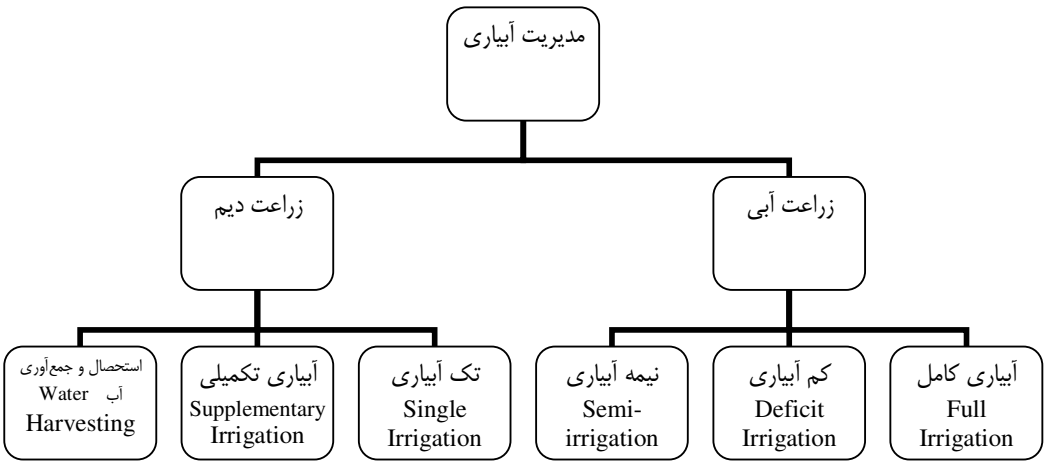
1. Net Benefit

درصد و در ایران، ۹۲ درصد است و سهم صنعت و سایر مصارف در جهان، ۲۲ درصد و در ایران، ۲ درصد است (ایران هیدرولوژی، ۱۳۸۸). میانگین ظرفیت سهم سرانه آب تجدید شونده در جهان، ۷۶۰۰ مترمکعب و در ایران، ۱۹۰۰ مترمکعب است. جدول(۲-۲) وضعیت منابع آب تجدیدشونده در سطح دنیا را نشان می‌دهد.

جدول۲-۲ وضعیت منابع آب تجدیدشونده در سطح دنیا

منطقه	منابع آب تجدیدشونده در هر کیلومتر مربع (مترمکعب در سال)	سرانه منابع آب تجدیدشونده (مترمکعب در سال)
اروپا	۲۷۷۰۰۰	۴۲۳۰
آمریکای شمالی	۳۲۴۰۰۰	۱۷۴۰۰
آفریقا	۱۳۴۰۰۰	۵۷۲۰
آسیا	۳۱۱۰۰۰	۳۹۲۰
آمریکای جنوبی	۶۷۲۰۰۰	۳۸۲۰
اقیانوسیه و استرالیا	۲۶۹۰۰۰	۸۳۷۰۰
خاورمیانه و شمال آفریقا	۴۱۰۰۰	۱۴۰۰
جهان	۳۱۷۰۰۰	۷۶۰۰
ایران	۷۹۰۰۰	۱۹۰۰

براساس آمار ارایه شده حجم کل ریزش‌های جوی در سطح کشور از مهر تا ۱۷ خرداد ماه سال آبی ۱۳۸۷-۱۳۸۶ بالغ بر ۲۰۸/۵۵۶ میلیارد مترمکعب برآورد شده که معادل ۱۲۶/۵ میلیمتر بارندگی است. این مقدار بارندگی در مقایسه با میانگین دوره مشابه ۳۹ سال گذشته ۴۷ درصد کاهش و در مقایسه با دوره مشابه سال گذشته، ۵۱ درصد کاهش نشان می‌دهد (بی نام، ۱۳۸۸). با توجه به تبیین منابع آب ایران، تحلیل جایگاه مدیریت کم‌آبیاری قابل توجه است. شکل زیر گویای جایگاه کم‌آبیاری است.



شکل ۱-۲ جایگاه کم‌آبیاری

٤-۲- مدیریت کم‌آبیاری

اصولاً کم‌آبیاری یک روش اضطراری آبیاری در شرایط کم آبی نیست، بلکه نوعی مدیریت کارا و پویای بهره برداری به شمار می رود و اثرات ویژه‌ای در مدیریت استحصال، انتقال و مصرف آب و نهایتاً در مدیریت اقتصادی دارد. توصیه میزان آب بر اساس نوع سیستم آبیاری، روش آبیاری، الگوی کشت، تنوع خاک، پارامتر های اقلیمی و اهداف اقتصادی صورت می‌گیرد. یکی از نتایج و فواید اعمال مدیریت کم‌آبیاری، تدوین الگوی کشت به همراه تعیین و تبیین عمق بهینه آب مصرفی با توجه به کسب حداکثر سود خالص می‌باشد (سپاسخواه وهمکاران، ۱۳۸۵).

مدیریت و برنامه ریزی سیستم‌های آبیاری برای به حداکثر رسانیدن بهره‌وری در شرایط کمبود آب و عدم اطمینان[1] از وجود آب، چالش اساسی و مهم در کشاورزی فاریاب است. اثرات کمبود آب را می‌توان با برنامه‌ریزی مدیریت کرد، مثلاً سطح زیر کشت را کاهش داد و یا آبیاری های غیر لازم را حذف کرد (Perry and Narayanamurthy, 1998)، اما در صورت عدم اطمینان از تأمین آب لازم، چنین مدیریتی کارساز نخواهد بود. در صورتی که منابع آب کمیاب و یا محدود باشد، لازم است برای تخصیص بهینه آب به گیاهان

1. Uncertainity

به نوع گیاه، مرحله نمو و نوع خاک توجه شود. برای کم‌آبیاری باید تخمین‌های قابل اعتمادی از میزان رطوبت خاک، تنش رطوبتی گیاه و تابع تولید محصول داشت. استفاده از کم‌آبیاری نیاز به انتخاب گیاهان مقاوم به خشکی، سطوح شوری و قلیائیت کم، گیاه ریشه بلند، عملیات زراعی مناسب و خاک های عمیق با ظرفیت نگهداری رطوبت زیاد دارد. کم‌آبیاری نیاز به تعدیل برخی عملیات زراعی دارد مانند: تراکم گیاهی کمتر، کاهش مصرف کود و مواد شیمیایی، تاریخ های کاشت انعطاف پذیر، انتخاب گیاهان با طول دوره رشد کوتاه‌تر و آیش زمین در صورت نیاز به ذخیره باران در خاک (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵).

مدیر یت آبیاری در شرایط کم‌آبیاری نسبت به روش‌های دیگر آبیاری متفاوت است. آبیار باید مقدار مجاز کمبود تعرق در زمان آبیاری را که طی آن هم سود و هم عملکرد کاهش معنی‌داری نداشته باشد، بداند. در شرایط کم‌آبیاری هزینه‌های تولید بخصوص هزینه منابع آب کم است و میزان کارایی مصرف آب بالاست (Kirda *et al*., 1999). برای اعمال کم‌آبیاری کارآمد و مؤثر چهار فاکتور را باید به خوبی شناخت:

۱-٤-۲-عملکرد محصولات زراعی در شرایط کم‌آبیاری

عقیده کلی بر این است که با کاهش کمیّت آب آبیاری عملکرد گیاه زراعی نیز کاهش پیدا می‌کند. قابل یادآوری است که کاهش عملکرد در نتیجه آفات و بیماری‌ها، شرایط حین برداشت و پس از برداشت، شرایط انبارداری نیز صورت می‌گیرد و چه بسا که کاهش عملکرد در نتیجه کود نامناسب مزرعه بیشتر از کاهش عملکرد بخاطر کم‌آبیاری باشد. به عبارت دیگر، اگر عملیات کم‌آبیاری بخوبی و با دقت اجرا شود نه تنها کاهش عملکرد نخواهیم داشت بلکه کمیّت و کیفیت محصول را نیز افزایش خواهد داد. مثلاً محتوای پروتئین وکیفیت پخت گندم، طول و ضخامت الیاف پنبه، عیار شکر در چغند قند و انگور در شرایط کم‌آبیاری افزایش می‌یابد (Kirda *et al*., 1999).

۲-٤-۲-انتخاب نوع گیاه زراعی

واکنش عملکردی گیاهان زراعی در برابر کم‌آبیاری بر حسب نوع محصول و واریته آن متفاوت است. بنابراین قبل از اجرای برنامه‌های کم‌آبیاری باید واکنش عملکردی گیاه زراعی خاص را در شرایط کم-

آبیاری شناخت. گیاهانی برای کم¬آبیاری مناسب هستند که دارای دوره رشد کوتاه، راندمان مصرف بالا و دارای مقاومت در برابر خشکی باشند و پتانسیل عملکرد بالایی داشته باشند تا در عملیات کم‌آبیاری بهتر نتیجه بهتری بدهند (Kirda *et al*., 1999). برای انجام عملیات کم‌آبیاری، سایر عملیات زراعی نظیر تاریخ کاشت، کاربرد نیتروژن باید مورد تجدید نظر قرار بگیرند (Lynch *et al*., 2003).

۳-٤-۲-خصوصیات خاک

باید برای داشتن کم‌آبیاری موفق و کارآمد، ظرفیت نگهداری آب خاک را مد نظر قرار داد. بطوریکه موفقیت کم‌آبیاری در یک خاک با بافت ریز خیلی بالاست (Kirda *et al*., 1999). خاک‌هایی که دارای ظرفیت نگهداری آب بیشتری هستند شرایط بهتری برای پذیرش کم‌آبیاری دارد (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵).

٤-٤-۲-سازگاری زراعی برای کم‌آبیاری

در شرایط انجام عملیات کم‌آبیاری، سایر عملیات زراعی معمول را باید تغییر داد. مثلاً تراکم را باید بالاتر بگیریم، عملیات کوددهی اصلاح شود و گیاهانی با تاریخ کشت طولانی و با دوره‌ی رشدی کوتاه داشته باشیم (Kirda *et al*., 1999).

۵-۲- ملاحظات مهندسی مدیریت کم‌آبیاری

در بکارگیری فن کم‌آبیاری رعایت ملاحظات مهندسی از ضروریات رسیدن به موفقیت است و باید توجه داشت صرفاً با کم آب دادن به گیاه بدون توجه به زمان، مقدار و کیفیت آب آبیاری ممکن است نه تنها سود بیشتری حاصل نگردد بلکه موجب بروز خسارات زیادی نیز گردد. لذا برای انجام عملیات کم‌آبیاری، ملاحظات زیر مورد توصیه قرار می‌گیرد.