



کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و

نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه

متعلق به دانشگاه رازی است.



پردیس کشاورزی و منابع طبیعی
گروه مهندسی آب

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته کشاورزی
گرایش آبیاری و زهکشی

**ارزیابی تأثیر سطوح ایستابی کم عمق و آبیاری تکمیلی بر کمک به تبخیر و تعرق و
عملکرد محصول سه رقم گندم (*Triticum aestivum* L.)
در شرایط مزرعه با استفاده از لایسیمتر**

استاد راهنما:

دکتر هوشنگ قمرنیا

استاد مشاور :

دکتر شهریار ساسانی

نگارش:

میلاذ فرمانی فرد

دی ماه ۱۳۹۰



**Campus of Agriculture and Natural Resources
Department of Water Engineering**

M.Sc. Thesis

**Evaluation of shallow water table and supplementary irrigation
influence on evapotranspiration and yield production of three varieties
of wheat (*Triticum aestivum* L.) in the field condition by lysimeter**

**By:
Milad Farmani fard**

Evaluated and approved by thesis committee as:

Supervisor	Dr. Houshang Ghamarnia	.....	Assoct. Prof
Advisor	Dr. Shahryar Sasani	.....	Assist. prof
Internal Examiner	Dr. Bahman Farhadi	.....	Assist. prof
External Examiner	Dr. Hamid Zare Abyaneh	.....	Assoct. Prof

January 2012



پردیس کشاورزی و منابع طبیعی

گروه مهندسی آب

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته کشاورزی گرایش آبیاری و زهکشی

میلاذ فرمانی فرد

ارزیابی تأثیر سطوح ایستابی کم عمق و آبیاری تکمیلی بر کمک به تبخیر و تعرق و عملکرد محصول سه رقم گندم (*Triticum aestivum* L.) در شرایط مزرعه با استفاده از لایسیمتر

در تاریخ ۱۳۹۰/۱۰/۲۶ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه عالی به تصویب نهایی رسید.

امضاء	دانشیاری	با مرتبه علمی	دکتر هوشنگ قمرنیا	۱- استاد راهنما
امضاء	استادیاری	با مرتبه علمی	دکتر شهریار ساسانی	۲- استاد مشاور
امضاء	استادیاری	با مرتبه علمی	دکتر بهمن فرهادی بانسوله	۳- استاد داور داخل گروه
امضاء	دانشیاری	با مرتبه علمی	دکتر حمید زاع ابیانه	۴- استاد داور خارج از گروه

دی ماه ۱۳۹۰

تقدیر و تشکر

سرارادت ما آستان حضرت دوست که هر چه بر سرمای رودارادت اوست

ستایش و سپاس بیکران بایسته آن ایزد دانائی است که چراغ دانش را در اندیشه انسان فروزان می‌دارد، تا در پرتو آن خود را از بردگی جهل رها کند و به آزادی و بهروزی دست یابد.

نگارنده بر خود واجب می‌داند که از زحمات بی‌دریغ، تلاش‌های بی‌وقفه و راهبانی‌های ارزشمند اساتید گرامی، جناب آقایان دکتر هوشنگ قمرنیا و دکتر شهریار ساسانی در راستای انجام هر چه بهتر و به پایان رساندن این پایان‌نامه تشکر و قدردانی نماید.

همچنین وظیفه خود می‌دانم تا از عنایات و مساعدت‌های آموزنده اساتید بزرگوار خود، جناب آقایان، دکتر هوشنگ قمرنیا، دکتر رسول قبادیان، دکتر بهمن فرهادی، که در مدت تحصیل، همواره با آغوش باز، راهگشا و حامی اینجانب بودند، صمیمانه سپاسگزاری نموده و ارج نهم.

بر خود لازم می‌دانم که بطور خاص از دوستان عزیز خود آقایان: مهندس سید محسن غلامیان، مهندس علی فتاحی، مهندس آرش احمدی، مهندس عرفان خدائی و مهندس هاشم خدامرادی و مهندس جاوید جبرئیلی که با کمک‌های بی‌پایان و پشتیبانی‌های برادرانه خود همواره بنده را در انجام مراحل مختلف این پروژه، در مدت دو سال اجرایی آن یاری رسانند، خالصانه قدردانی نمایم.

و نیز از حسن توجه و کمک‌های دوستان دیگر خود که در مقاطعی یاری رسان بنده در به اتمام رسانیدن این پروژه بودند، کمال تشکر را دارم. آقایان: مهندس آرین شایگان، مهندس بهروز فرجی و خانم هاشم‌مهندس دانی‌چین، امیرخانی و فرزینکیان و سایر دوستان...

در ضمن از تمامی همکاران ارجمند سابق خود در شرکت مهندسین مشاور مهتاب قدس در بخش شبکه آبیاری زحکشی بیدوار، که اوقاتی ارزشمند و گرانبهار را در جمع آنان سپری نمودم و همواره اینجانب را در راستای به انجام رسانیدن امور این دانشنامه مورد لطف و حمایت خود قرار دادند، نهایت سپاس و تشکر را دارم.

تقدیم بہ پدر و مادر عزیز تر از جانم؛

دو سیکران بی ہمتا،

دو زلال اندیش

دو سروقامتی

کہ کوہ وجودشان، نسیم کلاشان و باران محبتشان را ہموارہ بی بیچ منت و اوقام ہی نمودند بر خستہ کی ہایم ...
آنان کہ راستی قائم در شگستگی قاتشان تجلی یافت و قنوس جوانی شان بہ پای روشنائی حیات من سوخت، در برابر وجود
گرامی شان زانوی ادب بر زمین می نهم و بادلی ملو از عشق و محبت بردستان پر مہر شان بوسہ می زنم.
والدینی کہ بود نشان تاج افتخاری است بر سرم و نشان دلیلی است بر بودنم چرا کہ این دو وجود پس از پروردگار مایہ ہستی
ام بودہ اند دستم را گرفتند و راہ رفتن را در این وادی زندگی پر از فراز و نشیب آموختند. آموزگارانی کہ برایم زندگی، بودن و
انسان بودن را معنا کردند حال این برک سبزی است تحفہ درویش تقدیم آنان

چکیده

در این پایان نامه به بررسی اثر اعمال سطوح ایستابی کم عمق ۶۰، ۸۰ و ۱۱۰ سانتی متر (آبیاری زیرزمینی) و آبیاری تکمیلی بر تأمین نیاز آبی و عملکرد اجزاء محصول ژنوتیپ‌های مختلف گندم نان (ارقام بهار و کراس البرز و لاین امیدبخش W33g)، در دو سال زراعی ۸۸-۸۹ و ۸۹-۹۰ پرداخته شد. آزمایشات در ایستگاه تحقیقاتی گروه مهندسی آب دانشگاه رازی و با بهره‌گیری از لایسیمترهای موجود که حتی‌الامکان تمامی شرایط کشت مزرعه برای آنها اعمال گردید و با خاک رس سیلتی پر شده بودند، انجام گرفت. بر اساس اهداف مدنظر و وجود تیمارهای متفاوت، آزمایش‌ها در قالب چهار طرح جداگانه (A، B، D و E) دسته‌بندی و مورد تحلیل قرار گرفت. تیمارهای آب زیرزمینی کم عمق، در آخر فروردین ماه هر دو سال تکرار طرح اعمال گردید. آب زیرزمینی توسط ماریوت سیفون در اختیار گیاه قرار می‌گرفت که به صورت روزانه برداشت می‌شد. همچنین زمان اعمال تیمارهای آبیاری تکمیلی گلدهی و دانه‌دهی به ترتیب، با مشاهده ۵۰٪ به گل رفتن بوته‌ها و مشاهده شروع دانه‌بستن ۵۰٪ سنبله‌ها بود. قالب آزمایش‌ها، فاکتوریل (۱ یا ۲ عامله) و بر پایه طرح کاملاً تصادفی بود.

طرح A، به بررسی سه سطح ایستابی ۶۰، ۸۰ و ۱۱۰ سانتی متر و سه ژنوتیپ گندم، در سه تکرار پرداخت. نتایج نشان داد که، در هر دو سال، بیشترین مصرف آب زیرزمینی مربوط به عمق ۶۰ سانتی متر و کمترین مقدار مصرف از آب زیرزمینی نیز مربوط به عمق ۱۱۰ سانتی متر بود. بطوریکه متوسط مشارکت آب زیرزمینی برای اعماق ۶۰، ۸۰ و ۱۱۰ سانتی متر، به ترتیب ۸۲/۱۹٪، ۷۱/۷۲٪ و ۵۸/۷۰٪ بدست آمد. همچنین در هر دو سال تکرار طرح، رقم کراس البرز بین هر سه عمق سطح ایستابی از نظر کارایی مصرف آب فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ شد.

در طرح B، اثر اعمال چهار سطح آبیاری تکمیلی اعم از آبیاری در زمان گلدهی، زمان دانه‌دهی، زمان گلدهی و دانه‌دهی هر دو و یک حالت بدون انجام آبیاری تکمیلی بر ژنوتیپ‌های گندم نان، که در سه تکرار انجام گرفت، بررسی شد. میزان مشارکت هر آبیاری تکمیلی حدوداً ۶٪ کل نیاز آبی گیاه است. بطور متوسط در هر دو سال بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار آبیاری تکمیلی توأمان گلدهی-دانه‌دهی و به ترتیب برای سال اول و دوم برابر با ۵۰۱۱/۱۰ (رقم کراس البرز) و ۶۰۴۴/۴۲ (رقم بهار) کیلوگرم در هکتار بدست آمد. از لحاظ کارایی ظاهری مصرف آب نیز در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار مشاهده شد.

طرح D، اثر اعمال همزمان آبیاری تکمیلی در سه سطح (بدون آبیاری تکمیلی، آبیاری در زمان دانه‌دهی، زمان گلدهی و دانه‌دهی هر دو) بر روی سه ژنوتیپ گندم، در سطح ایستابی ثابت ۸۰ سانتی متر، در سه تکرار، بررسی نمود. نتایج نشان داد که، از لحاظ عملکرد دانه بین دو تیمار بدون آبیاری تکمیلی و آبیاری زمان دانه‌دهی در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار وجود ندارد. همچنین، در سال اول بیشترین مشارکت از آب زیرزمینی ۷۴/۱۷٪، متعلق به تیمار بدون آبیاری تکمیلی و کمترین میزان مشارکت نیز ۶۳/۵۰٪، از آن تیمار بهره‌مند از دو آبیاری تکمیلی (هر دو برای رقم بهار) بود. برای سال دوم نیز بیشترین و کمترین مشارکت به ترتیب برابر با ۷۶/۸۶٪ (برای حالت تک آبیاری دانه‌دهی و رقم کراس البرز) و ۶۵/۴۲٪ (برای حالت دو آبیاری تکمیلی گلدهی و دانه‌دهی و رقم بهار) بدست آمد.

طرح E، یک طرح دیم مطلق بود که جز بارندگی طبیعی هیچگونه آبی دریافت نکرده و صرفاً چگونگی واکنش به تنش خشکی بین ژنوتیپ‌های مختلف، بررسی شد. بر اساس نتایج بدست آمده، بین ژنوتیپ‌های طرح، در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌دار در عملکرد مشاهده شد. در سال اول و دوم بیشترین رکورد عملکرد دانه از آن رقم کراس البرز، به ترتیب با ۳۸۵۶/۱۷ و ۳۹۸۸/۹۳ کیلوگرم در هکتار بود و در نقطه مقابل رقم بهار در هر دو سال به ترتیب با عملکرد ۲۱۶۳/۸۹ و ۱۷۵۴/۴۲ کیلوگرم در هکتار، کمترین مقدار را بخود اختصاص داده‌است. مطابق نتایج این طرح، رقم بهار، رقمی حساستر به تنش خشکی بود و نسبت به دو ژنوتیپ دیگر بیشترین آسیب و واکنش منفی را داشت.

کلمات کلیدی: سطح ایستابی کم عمق، گندم نان، لایسیمتر، ماریوت سیفون، آبیاری تکمیلی، کارایی مصرف آب، عملکرد

فصل اول : مقدمه

۲	..... ۱-۱- مقدمه
۲	..... ۲-۱- اهمیت موضوع
۴	..... ۳-۱- اهداف انجام این پژوهش

فصل دوم : مروری بر تحقیقات انجام شده

۷	..... ۱-۲- مقدمه
۸	..... ۲-۲- تنش خشکی
۱۰	..... ۳-۲- آبیاری تکمیلی
۱۳	..... ۴-۲- آب زیرزمینی کم عمق
۱۸	..... ۵-۲- آزمایشات لیسیمتری
۲۱	..... ۶-۲- سطح ایستابی کم عمق و اعمال شوری
۲۳	..... ۷-۲- جمع بندی تحقیقات پیشین

فصل سوم : مواد و روشها

۲۶	..... ۱-۳- مشخصات و موقعیت طرح مورد مطالعه
۲۶	..... ۱-۱-۳- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه
۲۷	..... ۲-۱-۳- موقعیت مجموعه تحقیقاتی گروه مهندسی آب
۲۸	..... ۲-۳- پارامترهای هواشناسی محدوده مورد مطالعه
۲۹	..... ۳-۳- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه
۲۹	..... ۴-۳- مشخصات فیزیکی و شیمیایی آب منطقه مورد مطالعه
۳۰	..... ۵-۳- مشخصات گیاه کشت شده
۳۰	..... ۱-۵-۳- گندم لاین W33g (W.S.85-10)
۳۱	..... ۲-۵-۳- گندم رقم کراس البرز (Cross Alborz)
۳۱	..... ۳-۵-۳- گندم رقم بهار
۳۲	..... ۶-۳- لیسیمتر
۳۳	..... ۱-۶-۳- لیسیمتر زهکش دار
۳۳	..... ۲-۶-۳- طبقه بندی لیسیمترها از نظر ساختمانی
۳۴	..... ۱-۲-۶-۳- لیسیمترهای با خاک دست نخورده
۳۴	..... ۲-۲-۶-۳- لیسیمترهای با خاک دست خورده
۳۴	..... ۳-۲-۶-۳- لیسیمترهای قیفی ابر مایر
۳۴	..... ۳-۶-۳- شرایط نصب لیسیمتر در مزرعه
۳۵	..... ۷-۳- مشخصات و شرایط اجرایی طرح
۳۵	..... ۱-۷-۳- لیسیمتر مورد استفاده در این تحقیق

۳۷	..... ۲-۷-۳- تشریح طرح‌های آزمایش
۳۷	..... ۱-۲-۷-۳ طرح A
۳۸	..... ۲-۲-۷-۳ طرح B
۳۹	..... ۳-۲-۷-۳ طرح D
۴۱	..... ۴-۲-۷-۳ طرح E
۴۲	..... ۳-۷-۳ تیمارهای شاهد (آبیاری کامل و دیم مطلق)
۴۳	..... ۸-۳ مراحل اجرای عملیات زراعی
۴۳	..... ۱-۸-۳ کاشت
۴۴	..... ۲-۸-۳ داشت
۴۵	..... ۳-۸-۳ برداشت
۴۵	..... ۴-۸-۳ اندازه‌گیری پارامترها و شاخصهای زراعی محصول
۴۶	..... ۱-۴-۸-۳ دستگاه اندازه‌گیری کیفیت گندم
۵۹	..... ۹-۳ نحوه اعمال تیمارهای آبیاری و محاسبات آب مورد نیاز گیاه
۶۰	..... ۱۰-۳ تبیین و تعیین شاخص‌های اندازه‌گیری شده
۶۰	..... ۱-۱۰-۳ پارامتر کارایی مصرف آب بر مبنای عملکرد دانه یا پروتئین (IrrCYWUE)
۶۱	..... ۲-۱۰-۳ پارامتر کارایی ظاهری آب آبیاری (AIWUE)
۶۱	..... ۳-۱۰-۳ درصد پروتئین موجود در دانه (C.P)
۶۱	..... ۴-۱۰-۳ کل وزن دانه
۶۱	..... ۵-۱۰-۳ درصد رطوبت دانه (Moisture)
۶۱	..... ۶-۱۰-۳ ارتفاع بوته (Plant Height)
۶۱	..... ۷-۱۰-۳ تعداد پنجه در هر بوته
۶۲	..... ۸-۱۰-۳ طول ساقه
۶۲	..... ۹-۱۰-۳ قطر ساقه
۶۲	..... ۱۰-۱۰-۳ وزن دانه در بوته
۶۲	..... ۱۱-۱۰-۳ وزن هزار دانه
۶۲	..... ۱۲-۱۰-۳ طول سنبله
۶۲	..... ۱۳-۱۰-۳ وزن سنبله
۶۲	..... ۱۴-۱۰-۳ طول ریشه
۶۳	..... ۱۵-۱۰-۳ تعداد روز تا رسیدگی
۶۳	..... ۱۶-۱۰-۳ کل وزن خشک گیاه
۶۳	..... ۱۱-۳ آنالیز آماری داده‌های اندازه‌گیری شده

فصل چهارم: نتایج و بحث

۶۵	..... ۱-۴ طرح A
۶۶	..... ۱-۱-۴ میزان مصرف روزانه، کل آب مصرفی و مشارکت آب زیرزمینی طرح A

۷۶	..... ۲-۱-۴ کارایی مصرف آب در طرح A
۸۱	..... ۳-۱-۴ نتایج جدول تجزیه واریانس طرح A
۸۳	..... ۴-۱-۴ مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد محصول گندم طرح A
۸۳	..... ۱-۴-۱ درصد رطوبت دانه
۸۳	..... ۲-۴-۱ ارتفاع بوته
۸۳	..... ۳-۴-۱ تعداد پنجه در هر بوته
۸۳	..... ۴-۴-۱ طول ساقه
۸۴	..... ۵-۴-۱ قطر ساقه
۸۴	..... ۶-۴-۱ وزن دانه در بوته
۸۴	..... ۷-۴-۱ وزن هزار دانه
۸۴	..... ۸-۴-۱ طول سنبله
۸۵	..... ۹-۴-۱ وزن سنبله
۸۵	..... ۱۰-۴-۱ طول ریشه
۸۵	..... ۱۱-۴-۱ تعداد روز تا رسیدگی
۸۶	..... ۱۲-۴-۱ کل وزن خشک گیاه (وزن خشک بوته)
۸۸	..... ۵-۱-۴ بررسی همبستگی بین صفات مختلف طرح A
۹۱	..... ۲-۴-۲ طرح B
۹۱	..... ۱-۲-۴ میزان مصرف روزانه، کل آب مصرفی و مشارکت آبیاری تکمیلی طرح B
۹۳	..... ۲-۲-۴ کارایی مصرف آب طرح B
۹۷	..... ۳-۲-۴ نتایج جدول تجزیه واریانس طرح B
۹۹	..... ۴-۲-۴ مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد محصول گندم طرح B
۹۹	..... ۱-۴-۲ درصد رطوبت دانه
۹۹	..... ۲-۴-۲ ارتفاع بوته
۹۹	..... ۳-۴-۲ تعداد پنجه در هر بوته
۹۹	..... ۴-۴-۲ طول ساقه
۱۰۰	..... ۵-۴-۲ قطر ساقه
۱۰۰	..... ۶-۴-۲ وزن دانه در بوته
۱۰۰	..... ۷-۴-۲ وزن هزار دانه
۱۰۰	..... ۸-۴-۲ طول سنبله
۱۰۱	..... ۹-۴-۲ وزن سنبله
۱۰۱	..... ۱۰-۴-۲ طول ریشه
۱۰۱	..... ۱۱-۴-۲ تعداد روز تا رسیدگی
۱۰۲	..... ۱۲-۴-۲ کل وزن خشک گیاه
۱۰۵	..... ۵-۲-۴ بررسی همبستگی بین صفات مختلف طرح B
۱۰۸	..... ۳-۴-۳ طرح D

۱۰۸	۱-۴-۴- میزان مصرف روزانه، کل آب مصرفی و مشارکت آب زیرزمینی و آبیاری تکمیلی طرح D ..
۱۱۸	۲-۳-۴- کارایی مصرف آب طرح D
۱۲۳	۳-۳-۴- نتایج جدول تجزیه واریانس طرح D
۱۲۶	۴-۳-۴- مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد محصول گندم طرح D
۱۲۶	۱-۴-۳-۴- درصد رطوبت دانه
۱۲۶	۲-۴-۳-۴- ارتفاع بوته
۱۲۶	۳-۴-۳-۴- تعداد پنجه در هر بوته
۱۲۷	۴-۴-۳-۴- طول ساقه
۱۲۷	۵-۴-۳-۴- قطر ساقه
۱۲۷	۶-۴-۳-۴- وزن دانه در بوته
۱۲۷	۷-۴-۳-۴- وزن هزار دانه
۱۲۸	۸-۴-۳-۴- طول سنبله
۱۲۸	۹-۴-۳-۴- وزن سنبله
۱۲۸	۱۰-۴-۳-۴- طول ریشه
۱۲۸	۱۱-۴-۳-۴- تعداد روز تا رسیدگی
۱۲۹	۱۲-۴-۳-۴- کل وزن خشک گیاه
۱۳۱	۵-۴-۴- بررسی همبستگی بین صفات مختلف طرح D
۱۳۴	۴-۴-۴- طرح E
۱۳۴	۱-۴-۴- وضعیت عملکرد دانه و پروتئین محصول در طرح E
۱۳۷	۲-۴-۴- نتایج جدول تجزیه واریانس طرح E
۱۳۹	۳-۴-۴- مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد محصول گندم طرح E
۱۴۱	۴-۴-۴- بررسی همبستگی بین صفات مختلف طرح E

فصل پنجم : نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۱۴۵	۱-۵- نتیجه‌گیری
	۱-۱-۵- مقایسه میانگین مجموع مصرف و مشارکت آب طرح‌های مختلف در دو سال تکرار آزمایشات
۱۴۵	۲-۱-۵- مقایسه میانگین شاخص‌های کارایی مصرف آب در طرح‌های مختلف در دو سال تکرار آزمایشات
۱۴۶	۳-۱-۵- مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد محصول گندم طرح‌های مختلف در دو سال تکرار آزمایشات
۱۴۷	۲-۵- منابع خطا
۱۴۹	۳-۵- پیشنهادات
۱۵۰	
۱۵۲	

منابع

فهرست شکل‌ها

صفحه

- شکل (۱-۳) - موقعیت استان کرمانشاه در نقشه ایران و شهرستان کرمانشاه در استان کرمانشاه ۲۶
- شکل (۲-۳) - عکس‌های هوایی از موقعیت ایستگاه تحقیقاتی و محل اجرای طرح ۲۷
- شکل (۳-۳) - تصویری از ایستگاه لیسیمتری شماره ۱ مجموعه تحقیقاتی گروه مهندسی آب ۲۸
- شکل (۴-۳) - نمایی از لایسیمتر (بدون مقیاس) ۳۶
- شکل (۵-۳) - نمایی از لایسیمترها در طرح A (بدون مقیاس) ۳۷
- شکل (۶-۳) - نمایی از لایسیمترها در طرح B (بدون مقیاس) ۳۹
- شکل (۷-۳) - نمایی از لایسیمترها در طرح D (بدون مقیاس) ۴۰
- شکل (۸-۳) - نمایی از لایسیمترها در طرح E (بدون مقیاس) ۴۱
- شکل (۹-۳) - نمایی از لایسیمترهای شاهد مورد آزمایش (بدون مقیاس) ۴۲
- شکل (۱۰-۳) - تصویری از دستگاه اندازه‌گیری کیفیت دانه غلات (NIR) ۴۶
- شکل (۱۱-۳) - تصاویری از مراحل آماده‌سازی بذرها قبل از کاشت ۴۸
- شکل (۱۲-۳) - تصاویری از عملیات نصب و اجرای سقف تور سیمی ایستگاه تحقیقاتی ۴۹
- شکل (۱۳-۳) - تصاویری از عملیات آماده‌سازی لیسیمترها و کاشت جوانه‌های گندم ۵۰
- شکل (۱۴-۳) - مراحل اولیه رشد گیاه گندم ۵۱
- شکل (۱۵-۳) - واکاری بذور جوانه نزده و سبز نشده در سال دوم اجرای طرح ۵۲
- شکل (۱۶-۳) - نصب ماریوت سیفون در لایسیمتر ۵۳
- شکل (۱۷-۳) - سم پاشی علیه آفات و بیماریها ۵۴
- شکل (۱۸-۳) - تصاویر مختلفی از مراحل رشد گیاه، داده‌برداری و برچسب گذاری لیسیمترها و ۵۵
- شکل (۱۹-۳) - مرحله رسیدگی گندم و تغییر رنگ آنها ۵۶
- شکل (۲۰-۳) - تصاویری از برداشت محصول و جمع‌آوری محصول در اتاق محل کار ۵۷
- شکل (۲۱-۳) - تصاویری مراحل اندازه‌گیری پارامترهای مختلف محصول ۵۸
- شکل (۲۲-۳) - نمودار ضریب گیاهی (K_C) گندم در مدت رشد ۵۹
- شکل (۲۳-۳) - نمودار ضریب تشتک (K_P) گندم در مدت رشد ۶۰
- شکل (۱-۴) - نمودار پیوسته نیاز آبی و مجموع مصرف آب زیرزمینی طرح A در دوره‌های سه روزه، سال زراعی ۸۸-۸۹ ۷۰
- شکل (۲-۴) - نمودار پیوسته نیاز آبی و مجموع مصرف آب زیر زمینی طرح A در دوره‌های سه روزه، سال زراعی ۸۹-۹۰ ۷۰
- شکل (۳-۴) - نمودار گسسته نیاز آبی و مجموع مصرف آب زیرزمینی طرح A در دوره‌های سه روزه، سال زراعی ۸۸-۸۹ ۷۱
- شکل (۴-۴) - نمودار گسسته نیاز آبی و مجموع مصرف آب زیرزمینی طرح A در دوره‌های سه روزه، سال زراعی ۸۹-۹۰ ۷۲
- شکل (۵-۴) - درصد مشارکت آب زیر زمینی روزانه طرح A در سال زراعی ۸۸-۸۹ ۷۴
- شکل (۶-۴) - درصد مشارکت آب زیر زمینی طرح A در سال زراعی ۸۹-۹۰ ۷۴
- شکل (۷-۴) - مجموع مصرف آب زیرزمینی طرح A دو سال زراعی اجرای طرح ۷۵

- شکل (۴-۸) - درصد مشارکت آب زیر زمینی در طرح A در دو سال زراعی اجرای طرح ۷۵
- شکل (۴-۹) - متوسط میزان مصرف روزانه آب زیرزمینی در طرح A دو سال زراعی اجرای طرح ۷۵
- شکل (۴-۱۰) - عملکرد دانه محصول گندم تیمارهای طرح A دو سال زراعی اجرای طرح ۸۰
- شکل (۴-۱۱) - کارائی مصرف آب بر اساس عملکرد دانه تیمارهای طرح A دو سال اجرای طرح ۸۰
- شکل (۴-۱۲) - کارائی ظاهری مصرف آب تیمارهای طرح A دو سال اجرای طرح ۸۰
- شکل (۴-۱۳) - عملکرد دانه محصول گندم برای تیمارهای طرح B در دو سال زراعی اجرای طرح ۹۶
- شکل (۴-۱۴) - کارائی مصرف آب بر اساس عملکرد دانه تیمارهای طرح B در دو سال اجرای طرح ۹۶
- شکل (۴-۱۵) - کارائی ظاهری مصرف آب تیمارهای طرح B در دو سال اجرای طرح ۹۶
- شکل (۴-۱۶) - نمودار پیوسته نیاز آبی و مجموع مصرف آب زیرزمینی طرح D در دوره‌های سه روزه،
سال زراعی ۸۸-۸۹ ۱۱۲
- شکل (۴-۱۷) - نمودار پیوسته نیاز آبی و مجموع مصرف آب زیرزمینی طرح D در دوره‌های سه روزه،
سال زراعی ۸۹-۹۰ ۱۱۲
- شکل (۴-۱۸) - نمودار گسسته نیاز آبی و مجموع مصرف آب زیرزمینی طرح D در دوره‌های سه روزه،
سال زراعی ۸۸-۸۹ ۱۱۳
- شکل (۴-۱۹) - نمودار گسسته نیاز آبی و مجموع مصرف آب زیرزمینی طرح D در دوره‌های سه روزه،
سال زراعی ۸۹-۹۰ ۱۱۴
- شکل (۴-۲۰) - درصد مشارکت آب زیرزمینی روزانه طرح D در سال زراعی ۸۸-۸۹ ۱۱۶
- شکل (۴-۲۱) - درصد مشارکت آب زیر زمینی روزانه طرح D در سال زراعی ۸۹-۹۰ ۱۱۶
- شکل (۴-۲۲) - مجموع مصرف آب زیرزمینی طرح D دو سال زراعی اجرای طرح ۱۱۷
- شکل (۴-۲۳) - مشارکت آب زیرزمینی طرح D دو سال زراعی اجرای طرح ۱۱۷
- شکل (۴-۲۴) - متوسط مصرف روزانه آب زیرزمینی طرح D دو سال زراعی اجرای طرح ۱۱۷
- شکل (۴-۲۵) - عملکرد دانه محصول گندم تیمارهای طرح D دو سال زراعی اجرای طرح ۱۲۲
- شکل (۴-۲۶) - کارائی مصرف آب زیرزمینی بر اساس عملکرد دانه تیمارهای طرح D در دو سال زراعی
اجرای طرح ۱۲۲
- شکل (۴-۲۷) - کارائی مصرف آبیاری تکمیلی بر اساس عملکرد دانه تیمارهای طرح D در دو سال زراعی
اجرای طرح ۱۲۲
- شکل (۴-۲۸) - کارائی ظاهری مصرف آب تیمارهای طرح D در دو سال زراعی اجرای طرح ۱۲۳
- شکل (۴-۲۹) - عملکرد دانه محصول گندم تیمارهای طرح E در دو سال زراعی اجرای طرح ۱۳۶
- شکل (۴-۳۰) - عملکرد پروتئین دانه محصول گندم تیمارهای طرح E در دو سال زراعی اجرای طرح ۱۳۶
- شکل (۴-۳۱) - درصد پروتئین دانه محصول گندم تیمارهای طرح E در دو سال زراعی اجرای طرح ۱۳۶

فهرست جداول

صفحه

جدول (۱-۱) - تخصیص منابع آب کشور در سال ۱۹۹۰ و ۲۰۲۵ میلادی	۳
جدول (۲-۱) - تحلیل منابع آب ایران با استفاده از شاخص‌های تعیین بحران آب	۴
جدول (۱-۳) - پارامترهای هواشناسی در سال اول اجرای طرح (سال زراعی ۸۹-۸۸)	۲۸
جدول (۲-۳) - پارامترهای هواشناسی در سال دوم اجرای طرح (سال زراعی ۹۰-۸۹)	۲۹
جدول (۳-۳) - خصوصیات فیزیکی خاک منطقه مورد مطالعه	۲۹
جدول (۴-۳) - خصوصیات و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه	۲۹
جدول (۵-۳) - خصوصیات شیمیایی آب منطقه مورد مطالعه	۳۰
جدول (۶-۳) - خصوصیات زراعی و کمی و کیفی گندم رقم بهار	۳۲
جدول (۷-۳) - نحوه اجرای طرح A	۳۸
جدول (۸-۳) - نحوه اجرای طرح B	۳۹
جدول (۹-۳) - نحوه اجرای طرح D	۴۱
جدول (۱۰-۳) - نحوه اجرای طرح E	۴۱
جدول (۱۱-۳) - تیمارهای شاهد مزرعه	۴۲
جدول (۱۲-۳) - زمان بندی و فهرست عملیات زراعی صورت گرفته در مدت اجرای طرح	۴۷
جدول (۱-۴) - جدول مقایسه میانگین مجموع مصرف و مشارکت آب زیرزمینی در طرح A در دو سال زراعی اجرای طرح	۶۸
جدول (۲-۴) - مقایسه میانگین شاخص‌های کارایی مصرف آب طرح A در دو سال زراعی اجرای طرح	۷۹
جدول (۳-۴) - جدول تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در طرح A در قالب آزمایش فاکتوریل برای سال زراعی ۸۸ - ۸۹	۸۲
جدول (۴-۴) - جدول تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در طرح A در قالب آزمایش فاکتوریل برای سال زراعی ۹۰ - ۸۹	۸۲
جدول (۵-۴) - مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد محصول گندم طرح A در دو سال زراعی اجرای طرح	۸۷
جدول (۶-۴) - همبستگی بین شاخص‌های مصرف آب و صفات مختلف عملکرد محصول گندم تحت تیمارهای طرح A در سال ۸۸-۸۹	۸۹
جدول (۷-۴) - همبستگی بین شاخص‌های مصرف آب و صفات مختلف عملکرد محصول گندم تحت تیمارهای طرح A در سال ۸۹-۹۰	۹۰
جدول (۸-۴) - مقایسه میانگین مجموع مصرف و مشارکت آبیاری تکمیلی طرح B در دو سال اجرای طرح	۹۲
جدول (۹-۴) - مقایسه میانگین شاخص‌های کارایی مصرف آب در طرح B در سال زراعی ۸۸-۸۹	۹۴
جدول (۱۰-۴) - مقایسه میانگین شاخص‌های کارایی مصرف آب در طرح B در سال زراعی ۸۹-۹۰	۹۵
جدول (۱۱-۴) - جدول تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در طرح B در قالب آزمایش فاکتوریل برای سال زراعی ۸۸ - ۸۹	۹۸
جدول (۱۲-۴) - جدول تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در طرح B در قالب آزمایش فاکتوریل برای سال زراعی ۸۸ - ۸۹	۹۸

- جدول (۴-۱۳) - مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد محصول گندم طرح B در سال ۸۹-۸۸..... ۱۰۳
- جدول (۴-۱۴) - مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد محصول گندم طرح B در سال ۹۰-۸۹..... ۱۰۴
- جدول (۴-۱۵) - همبستگی بین صفات مختلف عملکرد محصول گندم تحت تیمارهای طرح B در سال ۸۹-۸۸..... ۱۰۶
- جدول (۴-۱۶) - همبستگی بین صفات مختلف عملکرد محصول گندم تحت تیمارهای طرح B در سال ۹۰-۸۹..... ۱۰۷
- جدول (۴-۱۷) - جدول مقایسه میانگین مجموع مصرف و مشارکت آب زیرزمینی و آبیاری تکمیلی در طرح D در دو سال زراعی اجرای طرح ۱۱۰
- جدول (۴-۱۸) - مقایسه میانگین شاخص‌های کارایی مصرف آب در طرح D در سال زراعی ۸۹-۸۸..... ۱۲۰
- جدول (۴-۱۹) - مقایسه میانگین شاخص‌های کارایی مصرف آب در طرح D در سال زراعی ۹۰-۸۹..... ۱۲۱
- جدول (۴-۲۰) - جدول تجزیه واریانس مربوط به صفات مورد بررسی در طرح D در قالب آزمایش فاکتوریل برای سال زراعی ۸۹-۸۸..... ۱۲۵
- جدول (۴-۲۱) - جدول تجزیه واریانس مربوط به صفات مورد بررسی در طرح D در قالب آزمایش فاکتوریل برای سال زراعی ۹۰-۸۹..... ۱۲۵
- جدول (۴-۲۲) - مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد محصول گندم طرح D در دو سال زراعی اجرای طرح ۱۳۰
- جدول (۴-۲۳) - همبستگی بین صفات مختلف عملکرد محصول گندم تحت تیمارهای طرح D در سال ۸۹-۸۸..... ۱۳۲
- جدول (۴-۲۴) - همبستگی بین صفات مختلف عملکرد محصول گندم تحت تیمارهای طرح D در سال ۹۰-۸۹..... ۱۳۳
- جدول (۴-۲۵) - مقایسه میانگین عملکرد محصول گندم در طرح E در دو سال اجرای طرح..... ۱۳۵
- جدول (۴-۲۶) - جدول تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در طرح E در قالب آزمایش فاکتوریل برای سال زراعی ۸۹-۸۸..... ۱۳۸
- جدول (۴-۲۷) - جدول تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در طرح E در قالب آزمایش فاکتوریل برای سال زراعی ۹۰-۸۹..... ۱۳۸
- جدول (۴-۲۸) - مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد محصول گندم طرح E در دو سال زراعی اجرای طرح ۱۴۰
- جدول (۴-۳۰) - همبستگی بین صفات مختلف عملکرد محصول گندم تحت تیمارهای طرح E در سال زراعی ۸۹-۸۸..... ۱۴۲
- جدول (۴-۳۱) - همبستگی بین صفات مختلف عملکرد محصول گندم تحت تیمارهای طرح E در سال زراعی ۹۰-۸۹..... ۱۴۳

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

تقریباً یک میلیارد نفر از ساکنان جهان با درآمدی کمتر از یک دلار در روز در فقر مطلق زندگی می‌کنند و از گرسنگی شدید رنج می‌برند. در کشورهای در حال توسعه از بین هر چهار کودک یکی از آنها دارای وزنی کمتر از میزان طبیعی بوده و در کشورهای فقیر، بیشتر کودکان و زنان از حد طبیعی کمتر است، چنین کودکانی در معرض خطرات انواع بیماری قرار داشته و به همین دلیل بسیاری از آنان هرگز به سن بلوغ نمی‌رسند. سوء-تغذیه، عامل اصلی مرگ و میر کودکان در کشورهای در حال توسعه است و در این میان کودکانی که جان سالم بدر می‌برند از این که در آینده با گرسنگی، بی‌خانمانی، بیسوادی و بیکاری دست به گریبان خواهند بود در هول و هراسند (۲۲).

در جهانی که امکان تولید غذا بیش از تغذیه جمعیت کنونی موجود است، گرسنگی پدیده‌ای طبیعی نیست، بلکه در اثر عمل و یا غفلت انسان پدید می‌آید. در حال حاضر در جهان حدود ۸۴۰ میلیون نفر در شرایط کمبود غذایی بسر می‌برند که اکثراً یعنی حدود ۸۰۰ میلیون نفر در کشورهای در حال توسعه زندگی می‌کنند و در این میان ۶۷ میلیون نفر نیاز به کمک‌های اضطراری مواد غذایی دارند (۲۲).

کشاورزی اصلی‌ترین و مهمترین منبع تأمین مواد غذایی دنیا به شمار می‌رود، از این رو نقش بسزایی در ایجاد تعادل در امنیت غذایی، اجتماعی و حتی سیاسی کشورهای جهان داشته و خواهد داشت (۳۶).

۱-۲- اهمیت موضوع

از جمله ارکان اصلی توسعه پایدار هر کشور، تأمین غذای کافی با قیمت مناسب برای افراد آن جامعه می‌باشد. در عصر حاضر با توجه به محدودیت منابع و افزایش روزافزون جمعیت و در نتیجه افزایش تقاضا برای محصولات غذایی، ایجاب می‌کند که از منابع محدود به نحو بهینه استفاده شود. لذا توجه ویژه و خاص به شرایط اقلیمی، به عنوان یکی از عوامل تعیین‌کننده تولید محصولات کشاورزی ما را بیشتر یاری خواهد نمود. در این راستا با توجه به محدودیت در افزایش سطح زیر کشت و همچنین کمبود منابع آبی شیرین تجدید شونده، بهترین راه حل و ایده عملی در جهت افزایش تولید و بالا بردن کیفیت محصولات بهره‌گیری از روش‌های نوین و مکانیزه، کاشت، داشت و برداشت، بذور اصلاح شده، بکارگیری تک آبیاری‌ها یا آبیاری‌های تکمیلی همراه با بذوری که به این آبیاری‌ها عکس‌العمل مثبت نشان دهد، استفاده از منابع آبی

جایگزین و بازیافتی، بهره‌گیری از پساب‌های تصفیه شده، استفاده از آبهای زیر زمینی کم عمق و ... می‌توانند از جمله این راه‌کارها باشند.

آمار رشد جمعیت نشان می‌دهد که سالیانه ۱/۵ میلیون نفر به جمعیت کشور اضافه شده، بطوریکه در سال ۲۰۵۰ میلادی به ۱۴۰ میلیون نفر می‌رسد، با توجه به مراتب بالا بسیار روشن است که فوری‌ترین اقدام جهت بهبود اوضاع شناخت امکانات و ثروتهای بالقوه جامعه می‌باشد، بنابراین تنها راه ممکن تقدّم، سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی می‌باشد (۱۶).

اکثر کشورهای جهان در حال نزدیک شدن به اوج بهره‌برداری از منابع موجود آب‌های سطحی خود می‌باشند و بالطبع دسترسی به منابع آب مرغوب و با کیفیت برای کشاورزی رو به کاهش است. این ذخایر با توجه به مصرف روز افزون جوامع شهری- صنعتی و افزایش مصرف سرانه تدریجاً رو به کاهش است. در حال حاضر کشور پهناور ایران بدلیل نازل بودن ریزش‌های جوی و نامناسب بودن پراکنش زمانی و مکانی آن، در زمره کشورهای خشک و نیمه خشک جهان قرار دارد و همچون سایر کشورهای واقع در کمربند خشک کره زمین دچار کم آبی بوده و پیش‌بینی می‌شود که طی نیم قرن آتی از جمله ۶۶ کشوری می‌باشد که از تنش آبی رنج خواهد برد (۱۰).

حال آنچه بیشتر ما را نگران کرده‌است، بحران کمبود منابع آب شیرین و تجدید شونده در اکثر نقاط جهان است که محدودکننده توسعه و شکوفایی کشاورزی و صنایع است. کشورمان ایران نیز در زمره کشورهای بی‌آبی است که از این تنگنا بدور نبوده و تنشهای وارده را به طور محسوس لمس می‌کند. همچنین لازم به ذکر است که، ایران با داشتن میانگین بارش سالانه ۲۵۰ میلیمتر، در زمره مناطقی با اقلیم خشک و نیمه خشک دسته بندی می‌شود (۱).

در گزارش مؤسسه بین‌المللی مدیریت آب، جمعیت ایران برای سال ۲۰۲۵ میلادی بیش از دو برابر جمعیت سال پایه ۱۳۷۲ یعنی حدود ۱۲۴ میلیون نفر پیش‌بینی شده است. ولی بر اساس سرشماری سال ۱۳۷۵ و کاهش محسوس نرخ تولد در آن سال جمعیت ایران حدود ۹۰ میلیون نفر تخمین زده می‌شود. در جدول (۱-۲) جزئیات این گزارش مشاهده می‌گردد (۴۳).

جدول (۱-۱) - تخصیص منابع آب کشور در سال ۱۹۹۰ و ۲۰۲۵ میلادی (۴۳)

موضوع	سال ۱۹۹۰	سال ۲۰۲۵
جمعیت	۵۸/۹ میلیون نفر	۹۰ میلیون نفر
سطح زیر کشت سالانه	۷ میلیون هکتار	۱۰/۷ میلیون هکتار
تراکم کشت آبی	۱۰۵ درصد	۱۰۹ درصد
آب مصرفی آبیاری	۷۶ میلیون متر مکعب در سال	۱۰۳/۱ میلیون متر مکعب در سال
آب شرب شهری و روستائی	۴/۰۰۵ میلیون متر مکعب در سال	۶/۹۳ میلیون متر مکعب در سال
آب مصرفی صنعتی	۱/۱۷۸ میلیون متر مکعب در سال	۳/۱۶ میلیون متر مکعب در سال
مجموع آب مصرفی	۸۱/۶۸۳ میلیون متر مکعب در سال	۱۱۳/۶۳۰ میلیون متر مکعب در سال