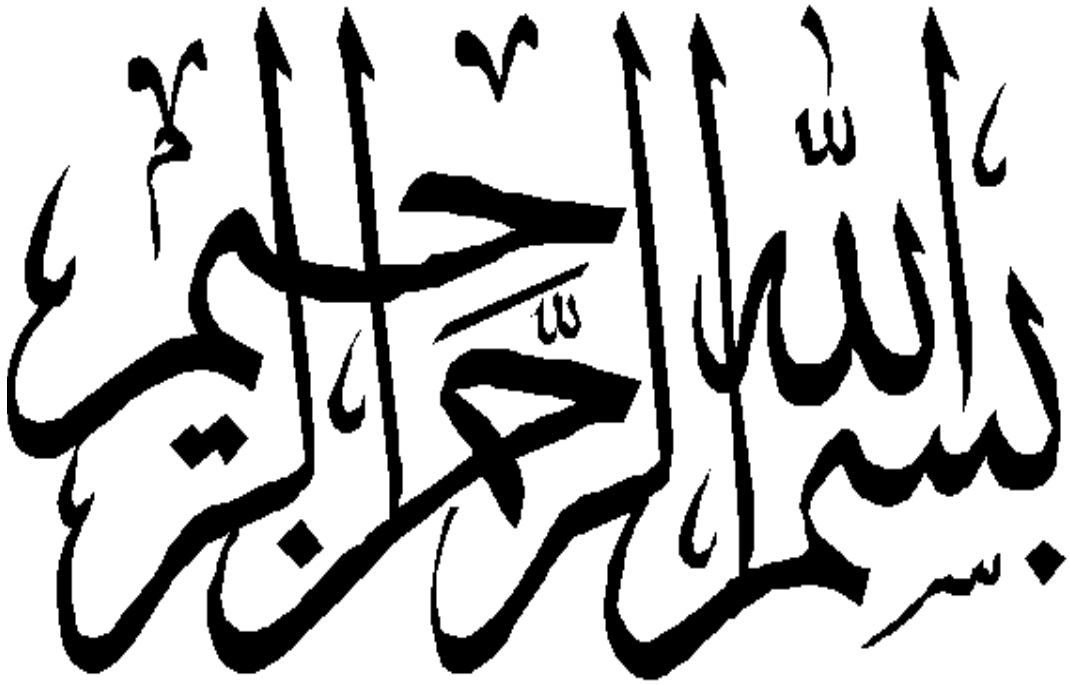
بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده کشاورزی

بررسی روابط برخی شاخص‌های رشد و عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف ذرت در دو رژیم آبیاری در منطقه اصفهان

پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت

جواد نوری اظهر

استاد راهنما
دکتر پرویز احسان‌زاده

پاییز ۱۳۸۴

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده کشاورزی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت آقای جواد نوری اظهر

تحت عنوان

بررسی روابط برخی شاخص‌های رشد و عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف ذرت در دو رژیم آبیاری در منطقه اصفهان

در تاریخ ۱۳۸٤/۸/۳۰ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان نامه	دکتر پرویز احسان‌زاده
۲- استاد مشاور پایان نامه	دکتر عبدالمجید رضایی
۳- استاد مشاور پایان نامه	دکتر خورشید رزمجو
٤- استاد داور	دکتر مرتضی زاهدی
٥- استاد داور	دکتر بهروز مصطفی‌زاده
سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر بهرام شریف نبی

تشکر و قدردانی

شکر و سپاس بی‌پایان خداوندی را سزد که آسمان‌ها و زمین و هرچه در آن‌هاست متعلق به اوست و همه در تسبیح و سپاس اویند. بار دیگر خداوند منان را شاکرم که به این بنده حقیر توفیق کسب علم و دانش عطا فرمود. یاد و خاطره تمامی شهدای گرانقدر این مرز و بوم را که با نثار جان عزیز خویش امنیت و سربلندی ایران را برای ما به ودیعه گذاشتند گرامی می‌دارم. بر خود واجب و لازم می‌دانم که تشکر خالصانه و متواضعانه خود را به پیشگاه پدر و مادر عزیزم که دعای خیرشان همیشه بدرقه راهم بوده است تقدیم دارم. از استاد ارجمندم جناب آقای دکتر پرویز احسان زاده که در طول اجرای این پژوهش از راهنمایی‌های ارزنده ایشان استفاده نمودم، اساتید بزرگوار آقایان دکتر عبدالمجید رضایی و دکتر خورشید رزمجو که مشاورت این پایان‌نامه را به عهده داشتند و اساتید داور آقایان دکتر مرتضی زاهدی و دکتر بهروز مصطفی‌زاده که زحمت بازخوانی این تحقیق را تقبل نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم. همچنین از جناب آقای دکتر محمدرضا خواجه‌پور و سایر اساتید گروه زراعت و اصلاح نباتات که افتخار شاگردی ایشان را داشتم تشکر می‌نمایم. یاد و خاطره تمامی دوستانی که در اجرای این مدون بنده را یاری نمودند و سایر عزیزانی که افتخار همراهی و مرافقت با ایشان را داشتم همیشه همراه من خواهد بود. تأمین بذور هیبرید ذرت توسط مؤسسه اصلاح وتهیه نهال و بذر کرج (آقای مهندس نباتی) و آقای مهندس ابراهیم رضایی صورت گرفته است که بدین وسیله تشکر می‌نمایم و در پایان عرضه می‌دارم که خدایا اعضا و جوارحم را در راه خدمت به خلق توان و نیرو عطا فرما «یارب قو علی خدمتک جوارحی».

جواد نوری اظهر

آبان ۱۳۸۴

دانشگاه صنعتی اصفهان

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

بخشی از هزینه اجرای این تحقیق از سوی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی تأمین و پرداخت گردیده است که بدین وسیله تشکر و قدردانی می‌گردد.

تقدیم به

همه **شهدای** والامقام به‌خصوص **عموی شهیدم** و **امام شهدا** که الحق و الانصاف حق بزرگی بر گردن همه ما دارند.

پدر و مادر عزیز و گرانقدرم که اسطوره ایثار و از خود گذشتگی‌اند.

برادران و خواهران فداکارم.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست مطالب	هشت
فهرست جداول	ده
فهرست اشکال	یازده
چکیده	۱
فصل اول: مقدمه	۲
فصل دوم: بررسی منابع علمی	٦
۲-۱- اهمیت اقتصادی گیاه	٦
۲-۲- منشاء و خصوصیات گیاهی	۷
۲-۳- سازگاری	۸
۲-۴- گروه بندی ذرت	۹
۲-۵- تجزیه و تحلیل رشد	۱۰
۲-۶- خصوصیات رویشی گیاه ذرت	۱۳
۲-۶-۱- سطح برگ	۱۳
۲-۶-۲- سرعت رشد محصول	۱٦
۲-۷- تجمع ماده خشک	۱۹
۲-۸- اجزائ عملکرد	۲۲
۲-۸-۱- تعداد بلال در بوته	۲۲
۲-۸-۲- تعداد دانه	۲۳
۲-۸-۳- وزن دانه	۲٦
۲-۹- عملکرد دانه	۲۸
۲-۱۰- روابط منبع- مخزن در تعیین عملکرد دانه	۲۹
۲-۱۱- شاخص برداشت	۳۲
۲-۱۲- تأثیر تنش خشکی بر گیاه ذرت	۳٤
۲-۱۲-۱- اثر تنش خشکی بر مراحل نمو	۳۵
۲-۱۲-۲- اثر تنش خشکی بر رشد رویشی	۳۵
۲-۱۲-۳- اثر تنش خشکی روی عملکرد و اجزاء عملکرد	۳۷
فصل سوم: مواد و روش‌ها	٤۲
۳-۱- اندازه‌گیری‌ها	٤٤
۳-۲- آنالیزهای آماری	٤٦

فصل چهارم: نتایج و بحث ٤٨
۴-۱- مراحل فنولوژیک ٤٨
۴-۱-۱- روز تا سبز شدن ٤٨
۴-۱-۲- روز تا انتقال مریستم رویشی به زایشی ٥٠
۴-۱-۳- روز تا کاکل‌دهی ٥٠
۴-۱-۴- روز تا رسیدگی فیزیولوژیک ٥١
۴-۲- خصوصیات و شاخص‌های رشد ٥٣
۴-۲-۱- سطح برگ ٥٣
۴-۲-۲- سرعت رشد محصول ٥٨
۴-۳- عملکرد بیولوژیک ٥٩
۴-۴- اجزاء عملکرد دانه ٦٤
۴-۴-۱- تعداد بلال در بوته ٦٤
۴-۴-۲- تعداد دانه در بلال ٦٤
۴-۴-۳- وزن هزار دانه ٦٧
۴-۵- عملکرد دانه ٧٠
۴-۶- شاخص برداشت ٧٢
۴-۷- تجزیه ضرایب مسیر ٧٥
فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها ٨٠
نتیجه‌گیری ٨٠
پیشنهادها ٨١
فهرست منابع ٨٢
چکیده انگلیسی .....

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۴-۱- آنالیز واریانس مراحل نمو ژنوتیپ‌های ذرت	٤٩
جدول ۴-۲- میانگین‌های تعداد روز تا وقوع مراحل فنولوژیک در هیبریدهای ذرت	٥٢
جدول ۴-۳- خلاصه آنالیز واریانس برای سرعت رشد محصول و شاخص و دوام سطح برگ ژنوتیپ‌های ذرت	٥٤
جدول ۴-۴- مقایسه میانگین شاخص‌های رشد در هیبریدهای ذرت	٥٧
جدول ۴-۵- خلاصه آنالیز واریانس برای عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، اجزائ عملکرد و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های ذرت	٦٢
جدول ۴-۶- مقایسه میانگین شاخص برداشت و عملکرد دانه و بیولوژیک در هیبریدهای مورد مطالعه	٦٣
جدول ۴-۷- مقایسه اجزائ عملکرد هیبریدهای ذرت	٦٦
جدول ۴-۸- میانگین اثرات متقابل محیط و ژنوتیپ برای تعداد دانه در بلال، تعداد دانه در متر مربع، شاخص برداشت و عملکرد دانه	٧٣
جدول ۴-۹- تجزیه ضرایب مسیر برای عملکرد دانه	٧٦
جدول ۴-۱۰- تجزیه ضرایب مسیر برای شاخص برداشت	٧٧
جدول ۴-۱۱- آنالیز رگرسیون مرحله‌ای مهم‌ترین جزء مؤثر عملکرد	٧٨
جدول ۴-۱۲- ضرایب همبستگی بین صفات مختلف ذرت	٧٩

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۲-۱- سرعت رشد اندازه‌گیری شده بوته ذرت و اجزای آن	۲۰
شکل ۳-۱- نمودار منحنی رطوبتی ترسیمی با استفاده از صفحه فشار	٤٤
شکل ۴-۱- نمودار شاخص سطح برگ ژنوتیپ‌های ذرت	٥٦
شکل ۴-۲- نمودار تغییرات وزن خشک هیبریدهای ذرت	٦٠
شکل ۴-۳- نمودار تولید ماده خشک در برابر شاخص سطح برگ	٦١
شکل۴-۴- نمودار اثر متقابل ژنوتیپ و محیط بر روی تعداد دانه در بلال	٦٨
شکل۴-۵- نمودار اثر متقابل ژنوتیپ و محیط بر روی تعداد دانه در متر مربع	٦٨
شکل ۴-۶- نمودار اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط بر روی عملکرد دانه	٧٢
شکل ۴-۷- نمودار اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط بر روی شاخص برداشت	٧٤

چکیده

تبیین رابطه احتمالی بین شاخص‌های فیزیولوژیک رشد و عملکرد گیاه زراعی، در مدیریت تولید گیاهان زراعی حائز اهمیت کاربردی می‌باشد. بدین منظور پژوهشی در سال ۱۳۸۳ بر روی پنج ژنوتیپ مختلف ذرت شامل سینگل کراس‌های ۷۰۴، ۷۰۰، ۶۴۷، ۶۰۴ و ۳۰۱ ، به صورت دو آزمایش جداگانه، هر کدام در قالب یک طرح بلوک کامل تصادفی با ۴ تکرار، یکی در محیط بدون تنش و دیگری در محیط تحت تنش خشکی در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان به اجرا درآمد. تراکم مورد نظر در این مطالعه با رعایت فاصله روی ردیف ۱۵ و بین ردیف ۷۰ سانتیمتر ۹۵۰۰۰ بوته در هکتار بود. نتایج حاصل از بررسی مراحل نمو و صفاتی نظیر حداکثر شاخص سطح برگ (LAI_{max})، دوام سطح برگ (LAD)، دوام سطح برگ در دوره رشد خطی (LAD_{Linear})، دوام سطح برگ در دوره بعد از گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک (LAD_{s-m})، سرعت رشد محصول در دوره رشد خطی (CGR_{Linear})، عملکرد ماده خشک، عملکرد و اجزای عملکرد دانه و شاخص برداشت نشان داد که هیبریدهای مورد بررسی در تمامی صفات فوق به‌جز روز تا جوانه‌زنی و روز تا انتقال مریستم، تفاوت‌های معنی‌داری داشتند. تنش خشکی باعث کاهش مقادیر صفات LAI_{max}، LAD، LAD_{Linear} و LAD_{s-m} و افزایش تعداد روز تا کاکل‌دهی شد. در مورد سایر صفات نیز با این‌که اثر معنی‌داری به جای نگذاشت اما باعث کاهش بارز مقدار آنها شد. سینگل کراس‌های ۷۰۴ و ۷۰۰ عموماً در تمامی مراحل نموی مورد مطالعه، طولانی‌ترین و سینگل کراس ۳۰۱ کوتاه‌ترین دوره را به خود اختصاص دادند. به‌جز در مورد صفات مربوط به سطح برگ و عملکرد بیولوژیک که به ترتیب سینگل کراس ۷۰۰ و یا دو سینگل کراس ۷۰۰ و ۶۰۴ با هم در رده نخست بودند، در سایر صفات سینگل کراس ۶۰۴ برتر از سایر هیبریدها ظاهر شد. بررسی ضرایب همبستگی بین صفات نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین CGR_{Linear} با LAI_{max}، LAD، LAD_{Linear} و LAD_{s-m} وجود داشت. همبستگی مستقیم مثبت و بسیار معنی‌داری بین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه مشاهده شد. ضریب همبستگی بین عملکرد بیولوژیک با وزن هزاردانه، تعداد دانه در متر مربع و تعداد بلال در بوته بسیار معنی‌دار بود. عملکرد بیولوژیک همبستگی معنی‌داری با LAI_{max} و LAD_{s-m} نشان داد. همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین عملکرد و اجزای عملکرد شامل تعداد بلال در بوته، تعداد دانه در بلال، تعداد دانه در متر مربع و همچنین شاخص برداشت به دست آمد که در این بین، تعداد دانه در متر مربع بیشترین ضریب همبستگی را با عملکرد دانه نشان داد. CGR_{Linear} و LAI_{max} همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه نشان دادند. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که اگرچه افزایش LAI_{max} منجر به افزایش CGR_{Linear} و در نتیجه افزایش تولید ماده خشک می‌گردد اما با عنایت به آن‌که همبستگی معنی‌داری بین تولید ماده خشک و شاخص برداشت وجود نداشت، ظاهراً در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در شرایط مطالعه حاضر، تسهیم بیوماس به بخش اقتصادی عملکرد کل ضرورتاً با وضعیت LAI این ژنوتیپ‌ها هم‌روند نمی‌باشد.

فصل اول

مقدمه

عملکرد خصوصیت پیچیده‌ای است که ظهور آن بستگی به کارکرد و فعل و انفعال بسیاری از فرآیندهای ترکیبی فیزیولوژیک، به ویژه اجزاء محدودکننده‌ای دارد که با واریته تغییر می‌کنند. عملکرد به عنوان یک ویژگی که به صورت ژنتیک کمی کنترل می‌شود (تحت تأثیر ژن‌های زیاد با اثرات منفرد ژن‌های معمولاً غیر مشخص می‌باشد) طبقه بندی شده است [۱۲۰]. عملکرد ماده خشک گیاهان زراعی نتیجه جذب خالص دی اکسید کربن در طول دوره رشد گیاه می‌باشد، چون جذب دی اکسید کربن نتیجه جذب انرژی خورشید می‌باشد و چون تشعشع خورشید در طول فصل رشد به طور یکنواخت بر روی سطح زمین توزیع می‌گردد، عوامل عمده‌ای بر عملکرد و ماده خشک اثر می‌گذارند [۱۰]. تقریباً هر ژنی، به هر اندازه‌ای که فتوسنتز یا تسهیم‌بندی مواد فتوسنتزی را از مسیر تولید دانه به مسیر دیگر، منحرف کند (که تقریباً شامل تمام ژن‌هامی‌گردد)، عملکرد را به همان اندازه تحت تأثیر قرارمی‌دهد [۱۲۰]. گرافیوس [۶۶] نیز بیان می‌کند که مستقیماً ژن‌هایی برای عملکرد وجود ندارد. کنترل ژنتیکی عملکرد از طریق کنترل اجزاء فیزیولوژیکی که برای ایجاد عملکرد فعل و انفعال دارند به صورت غیر مستقیم صورت می‌گیرد. سطح برگ یک جزء فیزیولوژیک عمده در ایجاد عملکرد و میزان رشد محصول است که خود ویژگی‌های پیچیده‌ای دارد. اجزاء اصلی آن تعداد برگ و اندازه برگ هستند. شاخص سطح برگ در

تعیین درصد تشعشع خورشیدی جذب شده به وسیله هر گیاه مهم است و بنابراین رشد گیاه و عملکرد نهایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱۷ و ۵۴]. در غلات تشکیل پوشش گیاهی مناسبی که عملکرد زیادی داشته باشد، به کنترل اجزایی که در رشد و نمو بیولوژیکی عملکرد دخالت دارند بستگی دارد. رشد و تمایز اندام‌های رویشی و زایشی در طی فصل رشد روی می‌دهد واین فرآیندها مقدار تولید بیوماس، توزیع آن و از همه مهم‌تر تجمع مواد در بخش اقتصادی را تعیین می‌کنند. بنابراین تشکیل عملکرد را بایستی در ارتباط با تمامی‌عوامل و فرآیندهای مرتبط با تولید بیوماس کل و جزء مهم اقتصادی آن، عملکرد دانه، در نظر گرفت. اطلاعات بیولوژیک و زراعی زیادی در مورد هر یک از عوامل کنترل‌کننده اندازه یا فعالیت اندام‌های سهیم در عملکرد بالا وجود دارد. شناخت روابط متقابل بین تمامی‌عوامل و در نظر گرفتن واکنش سیستم پیچیده تولید پوشش گیاهی به تغییر هر یک از عوامل، جهت توسعه یک سیستم زراعت موفق حائز اهمیت است [۱۷]. انگلدو و ودهام [۱۹۲۳ نقل از ۲۱] از نخستین کسانی بودند که مبنای فیزیولوژیکی عملکرد را مطالعه کردند. این محققین برای نخستین بار عملکرد را به اجزاء آن تقسیم نموده، تلاش کردند که فرآیند کنترل عملکرد دانه را در گندم و جو تبیین کنند.

تجزیه و تحلیل تغییرات در مقدار یا اندازه، در طی یک دوره زمانی خاص در گیاه زراعی را آنالیز رشد گیاه زراعی می‌نامند [۵۹]. به نقل از پورتر و گارنیه [۹۶] آنالیز رشد گیاه وسیله‌ای است که امروزه به طور وسیع در زمینه‌های مختلف نظیر اصلاح گیاهان (اسپیتر و کرامر ۱۹۸۶)، فیزیولوژی (کلرکسون و همکاران ۱۹۸۶) و اکولوژی گیاهی (تیلمن ۱۹۸۸) مورد استفاده قرار می‌گیرد. متدولوژی آن در دهه ۱۹۲۰ با روشی که امروزه روش کلاسیک نامیده می‌شود توسعه یافت (بلکمن ۱۹۱۹). اندازه گیری دو عامل سطح برگ و وزن خشک در فواصل مکرر لازمه تجزیه و تحلیل رشد است [۱۰].گاهی اوقات نتایج آزمایش‌ها، فرض رابطه مثبت بین شاخص سطح برگ (LAI) و عملکرد دانه را تأیید و گاهی اوقات رد می‌کنند. این مطلب تا حدودی به علت وجود بافت‌های سبز فعال در فتوسنتز در اندام‌هایی به غیر از برگ‌ها مثل سنبله‌ها و اجزای آن (پوشینک‌ها و ریشک‌ها) است که احتمالاً به هنگام تخمین شاخص سطح برگ در نظر گرفته نمی‌شوند. به این ترتیب چون سنبله تأمین بخش قابل توجهی از مواد فتوسنتزی را به عهده می‌گیرد، کل سطح فعال فتوسنتزی بعد متفاوتی پیدا می‌کند [۱۷].

به طور کلی در گیاهان زراعی که تولید دانه آن‌ها مد نظر است عملکرد بیولوژیکی و اقتصادی بالا نیازمند موازنه صحیح بین عوامل زیر است:

–اندازه و دوام سیستم فتوسنتزی

–راندمان و کارآیی دستگاه فتوسنتز کننده

–سرعت انتقال و توزیع مواد فتوسنتزی به اندام‌ها

–تعداد و اندازه دانه‌ها و ظرفیت آن‌ها از نظر تجمع مواد فتوسنتزی [۱۷، ۲۴ و ۱۲۲].

از آنجا که رشد و نمو گیاه لاجرم در معرض محیط صورت می‌گیرد، همیشه امکان آن وجود دارد که گیاهان زراعی در معرض تنش‌های محیطی قرار گیرند. حرارت، تشعشع، رطوبت، مواد غذایی و گازها بسته به مقدار آن‌ها در محیط می‌توانند رشد و توسعه گیاه را افزایش یا کاهش دهند [لویت ۱۹۷۲ نقل از ۱۱]. خشکی، خطری برای تولید موفقیت آمیز محصولات زراعی در سرتاسر جهان است. کمبود آب زمانی در گیاه اتفاق می‌افتد که میزان تعرق و دفع آب بیش از جذب آن باشد. این امر ممکن است به علت اتلاف بیش از حد آب، کمی جذب آب و یا هردو باشد. در نتیجه در اثر خشکی ایجادشده، ترکیبی از عوامل فیزیکی و محیطی باعث تنش در داخل گیاه شده، در نهایت تولید را کاهش می‌دهند [۱۱]. این کاهش در نتیجه تأخیر و یا عدم استقرار گیاه، تضعیف و ازبین رفتن گیاهان استقرار یافته، مستعد شدن گیاه نسبت به حمله بیماری‌ها و آفات گیاهی، تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در سوخت و ساز گیاهان، تغییر در کیفیت دانه، علوفه، الیاف، روغن و سایر محصولات اقتصادی گیاه به وجود می‌آید [لارسون و ایستن ۱۹۷۱ نقل از ۱۱]. تنش خشکی در طی مراحل مختلف نموی ذرت می‌تواند عملکرد نهایی دانه را به درجات مختلف کاهش دهد. میزان کاهش عملکرد به شدت تنش و مرحله نمو گیاه بستگی دارد [۴۰]. تنش خشکی در اوایل رشد رویشی به طور ملایم شاخص سطح برگ (LAI)[۱]، سرعت رشد محصول (CGR)[۲]، جذب ازت و تولید بیوماس را کاهش می‌دهد. تنش خشکی در اواخر رشد و در مرحله رشد زایشی، این پارامترهای رشد (به غیر از ارتفاع گیاه) را به شدت کاهش می‌دهد [۹۲]. فرآیندهای توسعه برگ تحت تأثیر هر گونه کمبود جزیی آب می‌باشد [۳۹]، بنابراین اگر چه کمبود آب اثر کمی بر میزان ظهور برگ یا تعداد برگ دارد اما به طور معنی‌داری کل سطح برگ را از طریق کاهش توسعه و افزایش میزان پیری برگ‌ها کاهش می‌دهد [بنت ۱۹۸۳ نقل از ۵۴].

هدف از این مطالعه بررسی موارد ذیل تحت دو رژیم مختلف رطوبتی می‌باشد:

۱- همبستگی بین ماکزیمم شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول طی مرحله‌ای که رشد

۱- Leaf Area Index

۲- Crop Growth Rate

گیاه به صورت خطی دنبال می‌شود، دوام سطح برگ (LAD)[۱] طی کل رشد، دوام سطح برگ طی مرحله رشد خطی و دوام سطح برگ از گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک با عملکرد ماده خشک، عملکرد دانه واجزاء عملکرد دانه در ذرت

۲- همبستگی بین طول دوره رسیدگی ژنوتیپ‌های ذرت با هر کدام از شاخص‌های سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ

۳- میزان و وضعیت احتمالی تغییر درشاخص‌های فوق در اثر تنش خشکی طی دوره رشد ذرت.

۱- Leaf Area Duration

فصل دوم
بررسی منابع علمی

۲-۱- اهمیت اقتصادی گیاه

ذرت از پرمحصول‌ترین غلات به شمار می‌رود و از لحاظ مقدار کل تولید و سطح زیر کشت، بعد از گندم و برنج سومین محصول غله‌ای جهان است [۲]. این گیاه با متوسط تولید دانه سه برابرگندم اولین گیاه زراعی دانه‌ای آمریکا محسوب می‌شود [۲]. ذرت به دلیل ویژگی‌هایی نظیر قدرت سازگاری با شرایط اقلیمی گوناگون، عملکرد زیاد در هکتار، مقاومت نسبی به خشکی و ورس، قدرت قرارگرفتن در تناوب‌های مختلف با گیاهان و آب و هوای گوناگون، قدرت پذیرش کامل مکانیزاسیون در مراحل مختلف کاشت، داشت و برداشت، پذیرش کشت‌های متوالی به مدت چند سال و داشتن ارزش غذایی مطلوب و راندمان بالای مصرف آب، بسیار زود در تمام دنیا گسترش یافته است [۱۹]. ذرت به طور روزافزون به عنوان یک محصول علوفه‌ای و غذای دام به دو شکل علوفه تازه و سیلو در بسیاری از کشورها مصرف می‌شود. دانه ذرت به منظور تولیدات غذایی مانند نان ذرت، چیپس ذرت و فرنی آسیاب می‌گردد. دانه ذرت همچنین به عنوان یک ماده اصلی در صنعت برای تهیه نشاسته، گلوکز و روغن کاربرد دارد. صنایع دارویی از نشاسته ذرت برای ساخت حب‌ها و سایر تولیدات مشابه استفاده می‌کنند.

ساخت نوشابه‌ها، الکل، شیره فروکتوز ذرت و الکل (برای مخلوط کردن با سوخت وسایل نقلیه دیزل به منظور کاهش انتشار آلاینده‌ها) در برخی کشورها از دیگر استفاده‌های ذرت است [۹۳].

۲-۲- منشاء و خصوصیات گیاهی

ذرت تنها گونه‌ای است که معمولاً در جنس *Zea* از طایفه *Maydeae* (یا *Tripssaceae*) زیر خانواده *Panicoideae* و خانواده *Poaceae* جای می‌گیرد و n=۱۰ کروموزوم دارد. طایفه *Maydeae* تنها هشت جنس دارد، پنج جنس آن شرقی و سه جنس آن آمریکایی است. دو جنس آمریکایی *Euchlaneae* و *Tripsacum* بیشتر از جنس‌های شرقی به ذرت نزدیک‌اند [۶۱]. در سال ۱۷۳۷ لینه ذرت را *Zea mays* نامید. کلمه *Zea* لغتی یونانی است که ریشه آن Zoein به معنی زندگی است [۱۹]. ذرت به راحتی با تئوزینت (*Euchlaena mexicana*) تلاقی پذیر بوده، هیبریدهای حاصل بارور هستند. این امر نشان دهنده آن است که ذرت به عنوان یک هیبرید از تئوزینت و یک یا چند گراس دیگر منشاء گرفته است [۶۱]. واویلوف مبداء اولیه ذرت را جنوب مکزیک، آمریکای مرکزی، آمریکای جنوبی، مرکز آمریکای جنوبی (پرو، اکوادور، بولیوی) ذکر می‌کند [۱۹]. قدم‌های اولیه در تولید ذرت شاید در طی کشف کشاورزی در قاره جدید در بیش از هشت هزار سال قبل برداشته شده باشد [۱۱۲].

ذرت گیاهی است یک‌ساله که طول آن بسیار کوتاه (۶۰ تا ۷۰ سانتیمتر) تا بیش ازشش متر تغییر می‌کند. ارتفاع بسیاری از ارقام یا هیبریدهای ذرت ۱/۵ تا ۳ متر می‌باشد [۸]؛ ریشه‌های افشان دارد؛ جنین در موقع جوانه‌زدن فقط تولید یک ریشه می‌کند که بسیار سریع رشد کرده، انشعاباتی در خاک تولید نموده، در عمق خاک نفوذ می‌کند. ذرت دارای یک ساقه استوانه‌ای است که در مقطع عرضی بیضوی شکل است [۱۹]. ساقه‌ها مانند ساقه سایر غلات بندبند ولی توپراند [۸]. ساقه اغلب دارای ۸ تا ۱۵ و گاهی تا ۲۱ گره می‌باشد [۱۹]، که در هر گره یک جوانه وجود دارد. جوانه‌های واقع در ناحیه میانی ساقه ممکن است رشد نموده، به بلال (گل‌آذین ماده) تبدیل شوند. جوانه‌های پایینی معمولاً به حال رکود باقی می‌مانند اما در اثر تنش‌های محیطی ممکن است به پنجه ضعیفی تبدیل گردند [۸]. در هر گره ساقه یک برگ قرار دارد که همانند سایر غلات به طور متناوب در هر طرف طول ساقه قرار می‌گیرند و شامل غلاف و پهنک می‌باشند [۱۹]. طول برگ‌ها عموماً ۲۰ تا ۱۲۰ سانتیمتر و حداکثر عرض آنها ۳ تا ۱۵ سانتیمتر می‌باشد [۸]. ذرت گیاهی تک‌پایه و دگرگرده‌افشان است (گل نر و ماده روی یک گیاه ولی جدای از یکدیگر قرار دارند) [۱۹]. تقریباً در مرحله ۷-۶ برگی مریستم انتهایی ساقه به گل‌آذین نر تبدیل

شده، گیاه وارد فاز زایشی می‌گردد و ساقه گیاه به واسطه افزایش طول میان‌گره‌های ساقه طویل می‌شود [۸ و ۱۹]. گل‌آذین نر به صورت پانیکول غیر متراکم بوده [۱۹]، انشعابات آن به صورت مارپیچ حول محور اصلی قرار گرفته‌اند. در هر بوته معمولاً یک گل‌آذین ماده که به صورت سنبله است، دیده می‌شود، اما گاهی تا سه گل‌آذین ماده رشد می‌کنند. گندمه[۱] ذرت همانند یک میوه ناشکوفای تک‌دانه‌ای است و شامل دیواره تخمدان، پوسته دانه حقیقی، مقداری بافت خورش، جنین و آندوسپرم است. دانه ذرت به رنگ‌های سفید، زرد، ارغوانی، تا سیاه دیده می‌شود. وزن هزاردانه در غالب توده‌های بذری ذرت دانه‌ای ۱۸۰ تا ۲۸۰ گرم است [۸].

۲-۳- سازگاری

ذرت در مناطق متنوع جغرافیایی گسترده شده است به نحوی که در شرایط مختلف آب و هوایی از ۴۳ درجه عرض جغرافیایی در نیمکره جنوبی تا ۵۸ درجه نیمکره شمالی رشد می‌کند. ذرت متعلق به آب و هوای گرمسیری و نیمه گرمسیری است و حرارت عامل محدود کننده رشد و نمو این گیاه می‌باشد [۱۹]. رشد آن در دماهای کمتر از ۱۰ و بیش از ۳۵ درجه سانتیگراد تقریباً متوقف می‌شود. ذرت مربوط به گروه گیاهان C_4 است، بنابراین تولید موفق آن مستلزم وجود نور کافی طی دوران رشد محصول می‌باشد. گیاهی ماهیتاً روز کوتاه، اما عموماً نسبت به طول روز بی‌تفاوت است [۸].

ذرت به دلیل داشتن ریشه‌های عمیق و نیز قدرت خوبی که در جذب مواد غذایی دارد نسبت به حاصلخیزی خاک توقع چندانی ندارد [۱۹]. خاک‌های دارای بافت متوسط تا نیمه سنگین با حداقل عمق ۶۰ سانتیمتر و حداقل ۱۰ درصد حجم هوا و بیش از یک درصد ماده آلی، مناسب کشت ذرت می‌باشند. ذرت حساسیتی به pH خاک ندارد و pH حدوداً ۵ تا ۸ را تحمل می‌کند، اما به شوری و سدیم خاک حساس است [۸]. ذرت در گروه گیاهان نیمه حساس به خشکی قرار می‌گیرد و تولید دیم آن به ۵۰۰ تا ۶۵۰ میلی‌متر آب نیاز دارد. ذرت همانند سایر غلات در زمان شروع رشد طولی ساقه و دوران خروج گل آذین نر تا اوایل مرحله خمیری دانه به تنش رطوبتی حساس است. وقوع تنش رطوبتی در این دوره عملکرد را کاهش می‌دهد. اما ذرت در اواخر رشد دانه می‌تواند پتانسیل‌های ۸- تا ۱۲- اتمسفر را بسته به شرایط جوی تحمل کند [۸]. عمده ارقامی که در دنیا کشت می‌شوند ارقام هیبرید بوده، عملکرد بیشتر و

۱- Caryopsis

بوته‌ها و بلال‌های یکنواخت‌تری نسبت به توده‌های با گرده‌افشانی باز دارند [۸۰]. به‌طور کلی طول دوره رشد هیبریدهای ذرت موجود در ایران بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ روز ودرجه روز- رشد (GDD)[۱] مورد نیاز آنها ۲۰۰۰-۱۴۰۰ با حرارت‌های پایه ۱۰ و ماکزیمم ۳۰ درجه سانتیگراد می‌باشد [۸]. از میان ارقامی که در ایران بیشتر رایج هستند می‌توان به پنج سینگل کراس زیر اشاره کرد که بخش اعظم سطح زیر کشت کشور، متعلق به مورد چهارم می‌باشد:

۱- سینگل کراس ۳۰۱ طلوع: از ارقام نسبتاً زودرس محسوب شده که مدت زمان کاشت تا برداشت آن حدودا ۱۱۰-۱۰۰ روز می‌باشد و متوسط عملکرد دانه آن ۵ تا ۷ تن در هکتار می‌باشد.

۲- سینگل کراس ٦٤٧ سیمین: از ارقام متوسط‌رس، که مدت زمان کاشت تا برداشت آن ۱۲۵-۱۱۵ روز و متوسط عملکرد دانه آن ۷ تا ۹ تن در هکتار می‌باشد.

۳- سینگل کراس ٦٠٤ زرین: از ارقام میان‌رس، که طول دوره رشد آن ۱۲۵-۱۱۵ روز ومتوسط عملکرد دانه آن ۷ تا ۹ تن در هکتار می‌باشد.

٤- سینگل کراس ۷۰٤: از ارقام دیررس، که طول دوره رشد آن ۱۳۵-۱۲۵ روز و متوسط عملکرد دانه آن ۸ تا ۱۰ تن در هکتار می‌باشد [۴].

۵- سینگل کراس ۷۰۰: خصوصیات رشدی آن تا حدود زیادی مشابه رقم ۷۰٤ و دیررس می‌باشد.

۲-۴- گروه بندی ذرت

ذرت بر حسب ساختمان آندوسپرم و کیفیت بلال به صورت زیر تقسیم بندی شده است که چهار گروه اول اصلی و مابقی، گروه‌های فرعی هستند:

۱- ذرت دندان اسبی[۲] *Zea mays indentata*: در برش طولی، آندوسپرم سخت در دیواره‌های جانبی و آندوسپرم نرم در وسط و بالای دانه است که با رسیدگی متراکم شده، ایجاد گودی در وسط می‌کند. دارای بیشترین سطح زیر کشت است و غالبا برای تهیه سیلو و علوفه به کار می‌رود.

۲- ذرت بلوری (ذرت سخت)[۳] *Zea mays indurata*: در این نوع ذرت، بافت شاخی بیشترین قسمت آندوسپرم بوده، آندوسپرم نرم خیلی کم دارد. دانه آن صاف و شفاف و به رنگ سفید، زرد،

۱- Growing Degree Days
۲- Dent Corn
۳- Flint Corn