



تأثیر آبیاری تکمیلی بر عملکرد و شاخص های رشد سه رقم نخود (*Cicer arietinum* L.) در منطقه مشهد

مهدی پارسا^{۱*} - علی گنجعلی^۲ - الیاس رضائیان زاده^۳ - احمد نظامی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۹/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۷/۲۶

چکیده

به منظور تأثیر رژیم های مختلف آبیاری بر عملکرد و شاخص های رشد سه رقم نخود (ILC۴۸۲، جم و کرج)، آزمایشی در سال های زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. آزمایش به صورت اسپلیت بلوک با طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد، رژیم های آبیاری شامل، آبیاری کامل، آبیاری تکمیلی (یک نوبت آبیاری در یکی از مراحل فنولوژی شامل شاخه دهی، گل دهی، تشکیل غلاف ها و دانه بستن) و بدون آبیاری (دیم) به عنوان فاکتورهای اصلی و ارقام نخود به عنوان فاکتورهای فرعی مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که سطوح مختلف آبیاری اثر معنی داری بر عملکرد و رشد نخود دارد. بطوری که در بین رژیم های آبیاری تکمیلی، عملکرد دانه در شرایط آبیاری در مرحله گل دهی به طور معنی داری بیشتر از رژیم های آبیاری در مرحله شاخه دهی، غلاف دهی و دانه بستن بود (به ترتیب بیش از ۳/۳، ۳/۱ و ۲۳ درصد). عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در شرایط آبیاری کامل بیشتر از رژیم های آبیاری تکمیلی بود. در میان ارقام، ILC۴۸۲ بیشترین (۱۷۵۲ کیلوگرم در هکتار) و رقم کرج کمترین (۱۳۸۱ کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه را دارا بودند. نتایج بررسی ها نشان داد که در طول فصل رشد، تجمع ماده خشک، سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ، سرعت فتوسنتز خالص و سرعت رشد نسبی در رژیم آبیاری در مرحله گل دهی نسبت به سایر رژیم های آبیاری تکمیلی بیشتر بود. همچنین شاخص های فوق در طول فصل رشد در رقم ILC۴۸۲ نسبت به ارقام جم و کرج بالاتر بود. این مطالعه مشخص کرد که در بین مراحل فنولوژی گیاه نخود، مرحله گل دهی حساسترین مرحله به کمبود آب است و در شرایط محدودیت آب، با انجام آبیاری در این مرحله می توان عملکرد نخود، را به صورت قابل توجهی افزایش داد. در این آزمایش رقم ILC۴۸۲ نسبت به سایر ارقام، عکس العمل بهتری به رژیم های مختلف آبیاری تکمیلی نشان داد.

واژه های کلیدی: نخود، آبیاری تکمیلی، شاخص های رشد، تنش خشکی

مقدمه

نخود می باشد. میزان کاهش عملکرد بر اثر تنش خشکی به زمان وقوع تنش، شدت تنش و میزان تحمل رقم بستگی دارد (۴). در آزمایشی به منظور بررسی سازگاری نخود نسبت به آب و هوای مدیترانه ای مشخص شد که در شرایط تنش صفاتی مانند شاخص برداشت، تعداد غلاف در واحد سطح و وزن هزار دانه، به طور معنی داری بر عملکرد دانه تأثیر می گذارند. ویژگی های دیگر مانند سیستم ریشه ای عمیق، وجود پتانسیل آبی بالا در برگ و زیاد بودن تعداد دانه در واحد سطح با تحمل به خشکی در ارتباط هستند (۲۲). در یک بررسی مشخص شد که تنش خشکی مهم ترین عامل کاهش عملکرد در نخود بوده و بخش عمده ای از آن به ریزش غلاف ها مربوط می شود. در این مورد غلاف ها زمانی شروع به ریزش کردند که

حبوبات، پس از غلات دومین منبع مهم غذایی بشر به شمار می روند. نخود گیاهی است نسبتاً مقاوم به خشکی و در مناطق با بارندگی کم که مناسب کشت سایر محصولات نمی باشد این گیاه می تواند عملکرد رضایت بخشی تولید نماید (۵). در مناطق غرب آسیا و شمال آفریقا تنش خشکی یکی از عوامل اصلی کاهش عملکرد

۱، ۳ و ۴- به ترتیب استادیار، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(Email: parsa@um.ac.ir)
(*) نویسنده مسئول:

۲- استادیار گروه زیست شناسی دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد

کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا در آمد. خاک زمین مورد آزمایش از نوع لوم سیلتی و سال قبل از آن به صورت آبش بود. میانگین دما و بارندگی های ماه های دی تا تیر سال ۸۶-۸۵ از آمار ایستگاه هواشناسی سینوپتیک مشهد تهیه شد (جدول ۱). عملیات آماده سازی بستر بذر و کشت در اواسط فروردین ماه با انجام شخم، دیسک و اعمال ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیوم و سپس تسطیح انجام شد. این آزمایش بصورت اسپلیت بلوک با طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد که در آن رژیم های آبیاری به عنوان عامل اصلی و ارقام نخود به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. ابعاد کرت های آزمایشی ۳×۵ متر و هر کرت دارای ۶ پشته که فاصله بین دوپشته ۵۰ سانتی متری بود. تراکم کاشت برای تمام تیمارها ۳۳ بوته در متر مربع و عمق کاشت ۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. ارقام مورد آزمایش شامل ILC۴۸۲، جم و کرج که ارقام رایج منطقه می باشند از بانک بذر دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شدند. به منظور مصونیت بذور از عوامل بیماریزا خاکری، کلیه بذرها قبل از کاشت با استفاده از سم بنومیل به نسبت دو در هزار ضد عفونی شدند. پس از کاشت به منظور تسهیل در سبز شدن یکنواخت بذرها کلیه تیمارها به طور سطحی آبیاری شدند. آبیاری های بعدی با توجه به مراحل مختلف فنولوژی گیاه انجام شد. به این ترتیب که تیمار آبیاری کامل در تمام مراحل فنولوژی و چهار تیمار دیگر هر کدام فقط در یکی از مراحل شاخه دهی، گل دهی، غلاف دهی و دانه بستن آبیاری شدند و تیمار شاهد (دیم) در این مراحل آبیاری نشد. در هر تیمار آبیاری زمانی انجام می شد که ۵۰ درصد از بوته های آن به مرحله فنولوژی مورد نظر رسیده بودند. به منظور آبیاری یکنواخت کلیه واحدهای آزمایشی از کنتور استفاده شد. در مواقع ضروری برای مبارزه با علف های هرز، وجین دستی انجام گرفت. به منظور تعیین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، بوته های باقیمانده و انجام مقدمات در سطح مورد نظر (۴/۵ متر مربع) پس از برداشت توزین شدند. برای انجام آنالیزهای رشدی گیاه و تعیین شاخص های فیزیولوژیک رشد، نمونه برداری تخریبی با فواصل ۱۰ روز یک بار انجام گرفت. نمونه گیری از ۱/۵ متر انتهایی هر کرت با حذف دو ردیف کناری و ۲۰ سانتیمتر از انتهای هر پشته بعنوان اثر حاشیه ای و از ۴ ردیف وسط به طور تصادفی انجام گرفت. در طی فصل رشد ۸ نمونه گیری انجام گرفت. به این ترتیب که از هر کرت ۶ بوته برداشت شده و درون پلاستیک قرار داده و بلافاصله به یخچال منتقل شدند. سپس سطح برگ توسط دستگاه سطح برگ سنج اندازه گیری شد و پس از آن نمونه ها در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند و پس از ۴۸ ساعت وزن خشک نمونه ها اندازه گیری شد. کلیه محاسبات آماری مورد نیاز با استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری JMP، MSTAT-C و SLIDE WRITE انجام شد. برای مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه ای دانکن استفاده شد.

پیری برگ ها بر اثر تنش آب آغاز شده بود (۲۳). وقوع تنش خشکی در برخی مراحل رشد گیاهان می تواند خسارت جبران ناپذیری بر عملکرد آن ها وارد سازد. از این رو شناخت مراحل حساس به خشکی در گیاهان و تأمین به موقع نیاز آن ها می تواند ما را در جهت حصول حداکثر عملکرد یاری نماید. بررسی های انجام شده در خارج از کشور نشان داده است که حساسترین مرحله فنولوژی گیاه نخود به تنش خشکی، مراحل گل دهی و پر شدن غلاف ها است. آبیاری تکمیلی در مراحل بحرانی رشد گیاه می تواند از شدت خسارت تنش بکاهد و عملکرد را افزایش دهد (۱۵). آبیاری تکمیلی به منظور رفع تنش در مراحل بحرانی رشد گیاه تأثیر زیادی بر افزایش عملکرد نخود داشته است (۱۹). داهیا و همکاران (۱۱) اظهار داشتند که دو نوبت آبیاری در مراحل شاخه دهی و شروع تشکیل غلاف ها بیشترین عملکرد دانه را در پی داشته است. توباییسر و همکاران (۲۴)، زا نگ و همکاران (۲۶) و اولادها و همکاران (۲۵) بیان داشتند که بیشترین عملکرد دانه با آبیاری در مرحله گل دهی حاصل شد. بنابراین آن دسته از عملیات زراعی که سرعت رشد محصول را در مرحله پر شدن دانه افزایش می دهد و دوام بافت های سبز گیاه را در طی این مرحله طولانی تر می سازد، می تواند میزان رشد و اندازه (وزن) دانه را در بقولات دانه ای بهبود بخشد (۹). کوکس و جولیف (۱۰) گزارش کرده اند که ماده خشک تولیدی با کاهش آب مصرفی نقصان یافته ولی افت عملکرد ناشی از کمبود آب بیش از کاهش ماده خشک تولیدی است. سینگ (۲۱) نیز گزارش کرد اعمال تنش خشکی در کلیه مراحل رشد، شاخص سطح برگ لوبیا را کاهش داد، ولی تنش اعمال شده در مرحله قبل از گل دهی شاخص سطح برگ را به شدت تحت تأثیر قرار داد.

به طور کلی نتایج بررسی ها در اغلب گیاهان زراعی و از جمله نخود نشان داده است که وقوع تنش خشکی در برخی از مراحل رشدی گیاه می تواند خسارات جبران ناپذیری بر عملکرد وارد نماید. بنابراین شناخت مراحل حساس و بحرانی گیاه به تنش خشکی و تأمین رطوبت مورد نیاز در مقطع (مقاطع) زمانی فوق می تواند نقش مؤثری در افزایش عملکرد و استفاده بهینه از منابع آب و خاک ایفا نماید. با توجه به موارد فوق، آزمایش حاضر با هدف ۱- شناسایی مرحله (مراحل) حساس رشدی ارقام رایج نخود به تنش خشکی؛ ۲- واکنش پذیری عملکرد و اجزای عملکرد ارقام به تأمین رطوبت در هر یک از مراحل مختلف فنولوژی گیاه و ۳- شناسایی بهترین مرحله (مراحل) فنولوژی برای انجام آبیاری تکمیلی در راستای دستیابی به عملکرد مطلوب، در شرایط آب و هوایی مشهد انجام شد.

مواد و روش ها

این آزمایش در بهار سال ۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده

جدول ۱- درجه حرارت متوسط، حداقل، حداکثر و روزانه و درجه حرارت مطلق و حداکثر و بارندگی ماهانه و حداکثر روزانه در سال زراعی ۱۳۸۶-

درجه حرارت هوا (سانتی گراد)							
مطلق				متوسط			
ماه	حداکثر	حداقل	روزانه	حداکثر	حداقل	روزانه	بارندگی (میلی متر)
دی	۸/۰۰	-۴/۰	۳/۰	۱۵/۸۰	-۱۰/۸	۲۵/۰	۴۴/۵۰
بهمن	۹/۹۰	-۱	۵/۲	۱۸/۴	-۷/۸	۱۸	۴۹/۷
اسفند	۱۳/۵	۳/۳	۸/۴۵	۲۲/۲	-۴/۹	۱۹/۹	۵۰/۶
فروردین	۱۳/۸	۴/۱	۹/۲	۲۵	-۲/۶	۱۵	۵۷/۳
اردیبهشت	۲۱/۴	۸/۱	۱۴/۲	۲۹/۷	-۱/۴	۱۱/۵	۴۰/۶
خرداد	۲۳/۳	۱۱/۵	۲۲/۲	۳۰/۲	۱۲/۱	۷/۸	۲۰/۲۲
تیر	۳۱/۳	۲۰/۵	۲۷/۲	۲۵/۲	۱۸/۱	۰	۰

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که آبیاری، رقم و اثرات متقابل آبیاری و رقم تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه نخود دارند (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه در شرایط آبیاری کامل (۱۹۸۸ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد و پس از آن به ترتیب رژیم‌های آبیاری در مرحله گل‌دهی، شاخه‌دهی، غلاف‌دهی و دانه بستن قرار داشتند. شرایط دیم با (۱۰۶۸ کیلوگرم در هکتار) کمترین عملکرد دانه را تولید نمود که اختلاف آن با سایر سطوح آبیاری تکمیلی معنی دار بود (جدول ۳). ارقام مورد آزمایش از نظر عملکرد دانه، تفاوت‌های معنی داری داشتند، به طوری که رقم ILC۴۸۲ بالاترین (۱۷۵۲ کیلوگرم در هکتار) و رقم کرج (۱۳۸۱ کیلوگرم در هکتار) پایین‌ترین عملکرد دانه را تولید کردند (جدول ۴). طلایی و صادقان (۲) با انجام آزمایشی در ایستگاه تحقیقات دیم سرارود گزارش کردند که به ازای هر میلی‌متر آبیاری در مراحل گل‌دهی و غلاف‌دهی نخود، حدود ۵/۹ کیلوگرم در هکتار به عملکرد دانه اضافه شد. در این ارتباط مالهورترا و همکاران (۱۴) در نخود و نی و همکاران (۱۵) در نخود فرنگی نتایج مشابهی را گزارش کردند. نتایج اثرات متقابل رژیم‌های مختلف آبیاری تکمیلی و رقم نشان داد که رقم ILC۴۸۲ و آبیاری در مرحله گل‌دهی بالاترین عملکرد (۲۰۳۹ کیلوگرم در هکتار) را تولید نمود و کمترین عملکرد مربوط به رقم کرج و رژیم آبیاری در مرحله دانه بستن (۱۳۳۷ کیلوگرم در هکتار) بود. در شرایط آبیاری کامل بالاترین عملکرد (۲۰۴۵ کیلوگرم در هکتار) مربوط به رقم ILC ۴۸۲ بود و در شرایط دیم نیز بالاترین عملکرد مربوط به رقم ILC ۴۸۲ (۱۱۴۶ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن مربوط به رقم کرج (۹۴۴ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۵). ساکسینا (۱۸) نشان داد که ثبات عملکرد در بقولات وابستگی شدیدی به شرایط آب و هوایی در دوره‌های بحرانی

عملکرد بیولوژیک

تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد بیولوژیک نخود معنی دار بود (جدول ۲). بالاترین عملکرد بیولوژیک (۲۹۲۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن (۲۱۷۲ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب به رژیم آبیاری کامل و دیم اختصاص داشت. در بین رژیم‌های آبیاری تکمیلی، آبیاری در مرحله گل‌دهی (۲۶۸۵ کیلوگرم در هکتار) و آبیاری در مرحله دانه بستن (۲۳۲۲ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک را داشتند (جدول ۳). آبیاری تکمیلی در زمان گل‌دهی و پر شدن غلاف‌های نخود به دلیل تأثیر مثبت بر توسعه تعداد شاخه‌های فرعی و ارتفاع بوته، در افزایش عملکرد بیولوژیک موثر است. زنگ و همکاران (۲۶)، اولاه و همکاران (۲۵) و توباسیر و همکاران (۲۴) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند. ارقام مورد مطالعه از لحاظ عملکرد بیولوژیک اختلاف بسیار معنی داری داشتند (جدول ۴). رقم ILC۴۸۲ با (۲۹۱۳ کیلوگرم در هکتار) بیشترین و رقم کرج با (۲۰۲۷ کیلوگرم در هکتار) کمترین عملکرد بیولوژیک را دارا بودند. اثرات متقابل ارقام نخود و سطوح آبیاری نشان داد که در بین رژیم‌های آبیاری تکمیلی، رقم ILC۴۸۲ و آبیاری در مرحله گل‌دهی با (۳۴۵۹ کیلوگرم در هکتار) بیشترین و رقم کرج و آبیاری طی مرحله دانه بستن با (۱۸۲۰ کیلوگرم در هکتار) کمترین عملکرد بیولوژیک را داشتند. در شرایط آبیاری کامل رقم جم با (۲۷۸۸ کیلوگرم در هکتار) و در شرایط دیم، رقم ILC۴۸۲ با (۳۰۸۰ کیلوگرم در هکتار) بیشترین عملکرد بیولوژیک را دارا بودند (جدول ۵). تأثیر تنش رطوبت بر کاهش تجمع ماده خشک و سطح برگ و همچنین کاهش طول دوره رشد بویژه کاهش دوره رشد زایشی توسط محققان

مختلف تأیید شده است (۳ و ۶).

شاخص برداشت

اثر سطوح مختلف آبیاری بر شاخص برداشت نخود معنی دار بود (جدول ۲). بیشترین مقدار شاخص برداشت (۷۴/۵) به رژیم آبیاری کامل و کمترین آن (۴۷/۹) به تیمار دیم مربوط بود. در بین رژیم های آبیاری تکمیلی، بیشترین شاخص برداشت (۶۷/۵) مربوط به آبیاری در مرحله گل دهی و کمترین آن به آبیاری در مرحله دانه بستن (۵۸/۲) اختصاص داشت. هر چند که بین رژیم های آبیاری تکمیلی تفاوت معنی داری در بین آبیاری در مراحل شاخه دهی، غلاف دهی و گل دهی مشاهده نشد اما آبیاری در مرحله دانه بستن تفاوت معنی داری با سایر رژیم های آبیاری تکمیلی داشت (جدول ۳). تأثیر رقم بر شاخص برداشت معنی دار بود (جدول ۲). رقم ILC۴۸۲ با دارا بودن شاخص برداشت معادل ۶۷/۶ درصد و رقم کرج با ۶۲/۶ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین شاخص برداشت را دارا بودند. رقم کرج و جم از این نظر تفاوت معنی داری نداشتند (جدول ۴). سینگ (۲۱) گزارش کرد که با افزایش رطوبت خاک، شاخص برداشت نیز افزایش

می یابد. اثرات متقابل آبیاری و رقم برای شاخص برداشت معنی دار بود. در بین رژیم های آبیاری تکمیلی و ارقام، رقم ILC۴۸۲ و آبیاری در مرحله گل دهی با ۷۲/۸ درصد و رقم جم با آبیاری در مرحله غلاف دهی با ۵۰/۹ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین شاخص برداشت را دارا بودند. در شرایط آبیاری کامل، رقم جم با ۷۶/۵۲ درصد و در شرایط دیم، رقم کرج با ۵۵/۷۳ درصد بیشترین شاخص برداشت را داشتند (جدول ۵). شاخص برداشت بیانگر میزان انتقال مواد آلی ساخته شده از منبع به مخزن می باشد. بدیهی است هر چقدر مواد فتوسنتزی بیشتری از اندام های سبز گیاه به دانه منتقل شود عملکرد دانه افزایش می یابد (۱۲ و ۱۶). به نظر می رسد فراهمی رطوبت در مرحله پر شدن دانه سبب افزایش شاخص برداشت می شود، زیرا فراهمی رطوبت تأثیر مثبت بر فتوسنتز جاری دارد. در این بررسی رقم ILC۴۸۲ بیشترین تحمل را به تنش خشکی نشان داد، بطوری که در تیمار بدون آبیاری و تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گل دهی، بیشترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داد، همچنین رقم ILC۴۸۲ نسبت به سایر ارقام، از نظر عملکرد دانه برتر بود.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین عملکردهای دانه، بیولوژیک و شاخص برداشت در نخود تحت رژیم های مختلف آبیاری.

سطوح آبیاری	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت
آبیاری کامل	۱۹۸۸ ^a	۲۹۲۰ ^a	۷۴/۴۸ ^a
آبیاری (شاخه دهی)	۱۶۷۵ ^c	۲۶۱۵ ^c	۶۵/۲۵ ^b
آبیاری (گلدهی)	۱۷۳۲ ^b	۲۶۸۵ ^b	۶۵/۷۴ ^b
آبیاری (غلافدهی)	۱۶۶۸ ^c	۲۶۷۳ ^b	۶۵/۷۴ ^b
آبیاری (دانه بستن)	۱۳۳۴ ^d	۲۳۲۲ ^d	۵۹/۲۰ ^c
دیم	۱۰۶۸ ^e	۲۱۷۳ ^e	۴۷/۸۶ ^d

میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترکی می باشند، مطابق آزمون چند دامنه ای دانکن ($P \leq 0.01$) اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس عملکردهای دانه و بیولوژیک و شاخص برداشت در سه رقم نخود تحت رژیم های مختلف آبیاری.

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت
تکرار	۲	۶۹۷۰/۹۶۲ ^{NS}	۲۳۴۴/۳۸۹ ^{NS}	۸/۸۶۴ ^{NS}
آبیاری (A)	۵	۹۷۶۳۰/۹۴ ^{**}	۹۸۰۸۳۴/۷۵۶ ^{**}	۷۳۱/۴۱۰ ^{**}
خطای (a)	۱۰	۲۱۹۸/۱۳۹	۲۴۵۸/۴۷۸	۷/۳۲۴
رقم (B)	۲	۶۳۵۹۳۸/۹۲۰ ^{**}	۳۷۲۱۳۸۸/۲۲۲ ^{**}	۲۵۳/۸۱۷ ^{**}
خطای (b)	۴	۱۶۰۷۷/۵۸۷	۴۰۹۸/۸۶۱	۱۳/۷۱۰
آبیاری × رقم	۱۰	۵۲۲۲۷/۴۱۴ ^{**}	۳۶۰۰۷۸/۷۱۱ ^{**}	۱۱۹/۲۹۰ ^{**}
خطای (c)	۲۰	۲۷۰۴/۲۳۶	۸۳۱۰/۹۵۰	۴/۳۶۵
C.V		۳/۲۹	۲/۸۸	۳/۳۰

^{NS}، * و ** به ترتیب عدم معنی دار، معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین عملکردهای دانه، بیولوژیک و شاخص برداشت در سه رقم نخود

شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	رقم
۶۷/۵۵ ^a	۲۹۱۳ ^a	۱۷۵۳ ^a	ILC۴۸۲
۶۲/۸۶ ^b	۲۶۴۴ ^b	۱۶۱۵ ^b	جم
۶۲/۶۱ ^b	۲۰۳۷ ^c	۱۳۸۱ ^c	کرج

میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترکی میباشند، مطابق آزمون چند دامنه ای دانکن ($p \leq 0.01$) اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح آبیاری و رقم بر عملکردهای دانه، بیولوژیک و شاخص برداشت

شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	رقم	سطوح آبیاری
۷۴/۳۳ ^{ab}	۲۷۴۵ ^f	۲۰۴۵ ^a	ILC۴۸۲	آبیاری کامل
۷۶/۵۳ ^a	۳۷۸۸ ^{ef}	۲۰۲۵ ^a	جم	
۷۲/۶۰ ^{abc}	۲۴۸۵ ^g	۱۸۹۸ ^b	کرج	
۶۳/۷۰ ^{ef}	۳۱۹۳ ^{bc}	۲۰۱۰ ^{ab}	ILC۴۸۲	آبیاری (شاخه دهی)
۶۸/۱۰ ^{cde}	۲۵۷۱ ^g	۱۷۵۰ ^c	جم	
۶۵/۴۲ ^{def}	۲۰۸۳ ^{hi}	۱۳۶۲ ^{de}	کرج	
۷۲/۷۶ ^{abc}	۳۴۵۹ ^a	۲۰۳۹ ^a	ILC۴۸۲	آبیاری (گل دهی)
۵۶/۱۱ ^h	۳۰۶۸ ^{cd}	۱۷۳۱ ^c	جم	
۶۹/۰۵ ^{bcd}	۲۰۳۳ ^{ij}	۱۴۳۵ ^d	کرج	
۵۷/۲۶ ^{gh}	۳۲۹۳ ^{ab}	۱۸۸۸ ^b	ILC۴۸۲	آبیاری (غلاف دهی)
۵۰/۸۶ ^g	۲۵۹۳ ^{de}	۱۷۶۰ ^c	جم	
۶۹/۳۸ ^{bcd}	۱۹۵۶ ^{ijk}	۱۳۵۷ ^{de}	کرج	
۶۱/۶۶ ^{fg}	۲۲۱۷ ^h	۱۳۶۷ ^{de}	ILC۴۸۲	آبیاری (دانه بستن)
۷۰/۶۰ ^{bcd}	۱۸۸۰ ^{jk}	۱۳۶۸ ^{de}	جم	
۶۸/۰۰ ^{cde}	۱۸۲۰ ^k	۱۳۳۷ ^{ef}	کرج	
۳۱/۱۹ ^k	۳۰۸۰ ^{cd}	۱۱۴۶ ^{fg}	ILC۴۸۲	دیم
۵۰/۷۵ ^{ij}	۲۱۰۰ ^{hi}	۱۰۶۶ ^{gh}	جم	
۵۵/۷۳ ^{hi}	۱۷۴۸ ^k	۹۹۴ ^h	کرج	

میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترکی میباشند، مطابق آزمون چند دامنه ای دانکن ($p \leq 0.01$) اختلاف معنی داری ندارند.

شاخص های رشد

تجمع ماده خشک (TDW)

منحنی پیش بینی تغییرات وزن خشک اندامهای هوایی نسبت به درجه روزهای رشد برای تیمارهای مختلف نشان می دهد که به طور کلی افزایش وزن خشک در تمام تیمارها به صورت منحنی سیگموئیدی (S شکل) است (شکل های ۱ و ۲) تحقیقات پراساد و همکاران (۱۷) نیز بیانگر آن است که تجمع ماده خشک در نخود بصورت منحنی سیگموئیدی است. در مراحل اولیه رشد، تجمع ماده خشک در کلیه رژیم های آبیاری، کم و تفاوت های چشمگیری بین آنها قابل مشاهده نیست. بدیهی است در این مرحله گیاه بسیار کوچک و رشد اندام های رویشی ناچیز است. با گذشت زمان، رشد اندام های هوایی و سطح فوسترز کننده افزایش یافته و سرعت تجمع ماده خشک افزایش می یابد به طوری که در رژیم آبیاری کامل به علت فراهم بودن رطوبت کافی در مقایسه با سایر رژیم های آبیاری،

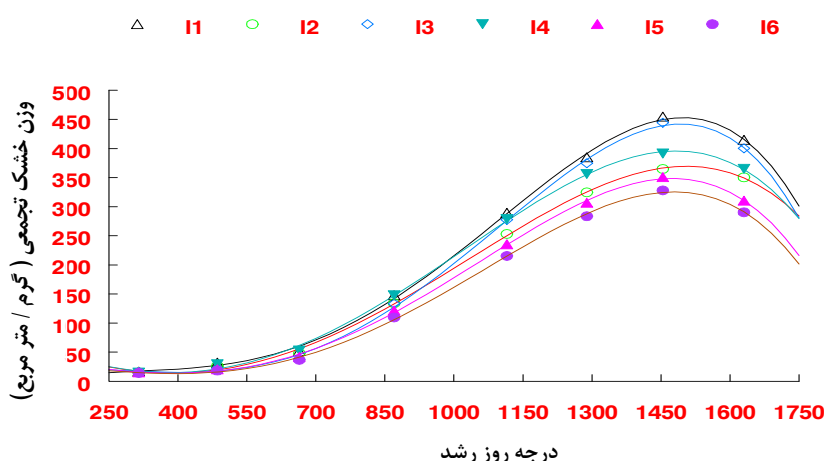
ماده خشک بیشتری در واحد سطح تولید شده و این اختلاف با افزایش درجه روزهای رشد زیادتر شده است (شکل ۱). بیشترین مقدار ماده خشک با متوسط ۴۷۵ گرم در متر مربع در رژیم آبیاری کامل پس از ۱۴۴۰ درجه روز رشد و کمترین مقدار ماده خشک در تیمار دیم با متوسط ۳۲۰ گرم در متر مربع پس از ۱۴۰۰ درجه روز رشد بدست آمد. در میان رژیم های آبیاری تکمیلی، آبیاری در مرحله گل دهی بالاترین ماده خشک (۴۵۸ گرم در متر مربع) و رژیم آبیاری در مرحله دانه بستن کمترین ماده خشک (۳۴۶ گرم در متر مربع) را دارا می باشند (شکل ۱). به نظر می رسد قبل از گل دهی که گیاه نخود دارای رشد کند و بطئی است تفاوت چندانی بین تیمارها قابل مشاهده نیست اما پس از مرحله گل دهی که گیاه رشد سریع را آغاز می کند تفاوت تیمارها به لحاظ تولید ماده خشک واضح تر می شود. همچنین در رژیم آبیاری در مرحله گل دهی بیشترین ماده خشک نسبت به سایر رژیم های آبیاری تکمیلی حاصل شد. به نظر می رسد که آبیاری

تأثیر مثبت آبیاری در افزایش شاخص سطح برگ گیاه نخود (۷) و عدس (۱۶) تأیید شده است. به نظر می‌رسد توزیع بهتر تشعشع و تشکیل سریعتر کانوپی به علت فراهمی رطوبت، عامل ریزش دیرتر برگ‌های تحتانی است، در واقع با کاهش رطوبت، شاخص سطح برگ روند کاهشی را نشان می‌دهد. منحنی تغییرات شاخص سطح برگ در ارقام نخود روند کاملاً متفاوتی داشت، بطوری که با دریافت ۱۱۱۵ درجه روز رشد، شاخص سطح برگ رقم ILC۴۸۲ بالاتر از ارقام جم و کرج بود و پس از این دوره تا پایان رشد گیاه، شاخص سطح برگ رقم ILC۴۸۲ بصورت ملایم تری کاهش یافت. حداکثر شاخص سطح برگ در رقم ILC۴۸۲ به ۲/۹۸ رسید. حداکثر شاخص سطح برگ در رقم جم به ۲/۵۲ و در رقم کرج ۲/۲۳ بود (شکل ۴). همبستگی قوی بین سطح برگ در مرحله گرده افشانی با عملکرد بیولوژیک و دانه در بسیاری از مطالعات گزارش شده است. (۱۹ و ۲۰).

سرعت رشد محصول (CGR)

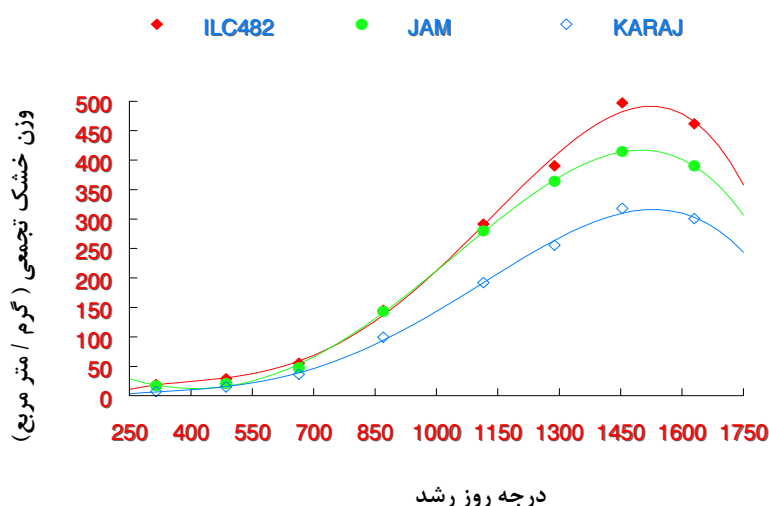
تغییرات سرعت رشد محصول در رژیم‌های مختلف آبیاری متفاوت بود (شکل ۵). سرعت رشد محصول در تمام رژیم‌های آبیاری با دریافت ۱۱۱۵ درجه روز رشد به حداکثر رسید و پس از این زمان با شیب نسبتاً تندی کاهش یافت. البته به نظر می‌رسد که شیب افت CGR در شرایط آبیاری دیم نسبت به رژیم‌های آبیاری تکمیلی کندتر باشد، دلیل این وضعیت احتمالاً شیب ملایم‌تر کاهش NAR در شرایط دیم است. در شرایط دیم به دلیل کوچک بودن برگ‌ها، کم بودن تعداد برگ‌ها، کاهش فتوسنتز و کاهش تولید ماده خشک، مقدار CGR کاهش یافته است (شکل ۵).

در مرحله گل‌دهی باعث تداوم رشد رویشی گیاه نخود، افزایش ارتفاع و همچنین تولید شاخه‌های بیشتر شده که عامل عمده افزایش وزن خشک در این تیمار می‌باشد. وزن خشک کل در فاصله زمانی مذکور به صورت تابع نمایی نسبت به درجه روزهای رشد در حال افزایش است به طوری که بین لگاریتم طبیعی با روزهای پس از سبز شدن رابطه درجه سه برقرار است. مطالعات قاسمی گل‌دانی و همکاران (۳) در گیاه نخود، نشان داد که تنش خشکی تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر تجمع ماده خشک در گیاه دارد و با افزایش شدت تنش، ماده خشک کاهش یافت. در بررسی ارقام مورد بررسی مشخص شد که بالاترین ماده خشک تولیدی با ۲۵۰ گرم در متر مربع به رقم ILC۴۸۲ اختصاص دارد و پس از آن رقم جم با ۲۲۶ و رقم کرج با ۱۵۹ گرم در متر مربع قرار دارند. در هر سه رقم، ماده خشک تولیدی پس از رسیدن به مقدار حداکثر به علت ریزش برگ‌ها شروع به کاهش نمود. بالاتر بودن تجمع ماده خشک در رقم ILC۴۸۲ نسبت به رقم جم و کرج، احتمالاً بخاطر میزان بالای سرعت رشد محصول CGR در این رقم می‌باشد. به طور کلی وزن خشک گیاه زراعی در هر مرحله از رشد به وزن خشک اولیه، دوام رشد و سرعت رشد محصول بستگی دارد (۱۳). شاخص سطح برگ نسبت به درجه روزهای رشد به تفکیک برای رژیم‌های آبیاری و ارقام در شکل‌های ۳ و ۴ آمده است. منحنی مذکور برای سطوح مختلف آبیاری دارای تفاوت‌هایی می‌باشد، بطوری که در شرایط آبیاری کامل و ۱۲۸۹ درجه روز رشد به بالاترین میزان (۲/۸۵) رسیده است. در بین رژیم‌های آبیاری تکمیلی، آبیاری در مرحله گل‌دهی با متوسط ۲/۶۲ و آبیاری در مرحله دانه بستن با متوسط ۲/۰۱ بیشترین و کمترین شاخص سطح برگ را داشتند (شکل ۳). سلیم و سکسینا (۲۲) نیز معتقدند که تنش رطوبت از طریق تسریع پیری و ریزش برگ‌ها سطح برگ گیاه را کاهش می‌دهند.

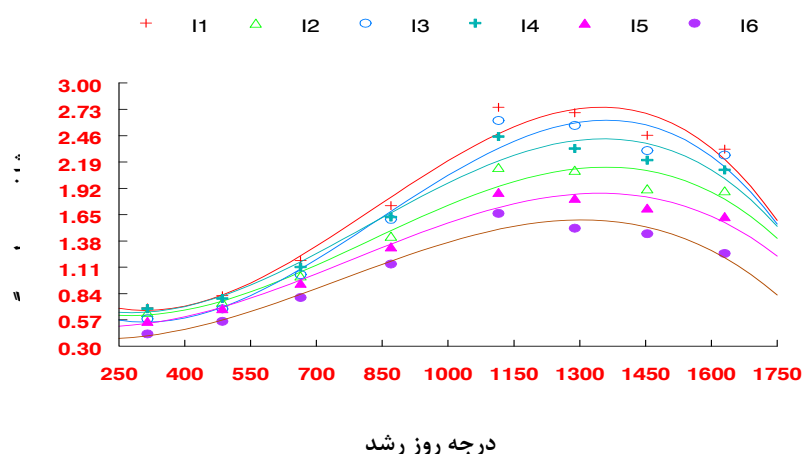


شکل ۱- مقایسه روند تغییرات وزن خشک تجمعی در طول فصل رشد تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری

I۱: آبیاری کامل، I۲: آبیاری (شاخه دهی)، I۳: آبیاری (گل‌دهی)، I۴: آبیاری (غلاف‌دهی)، I۵: آبیاری (دانه بستن)، I۶: دیم کامل



شکل ۲ - روند تغییرات وزن خشک تجمعی در طول فصل رشد در ارقام مختلف نخود



شکل ۳ - مقایسه روند تغییرات شاخص سطح برگ در طول فصل رشد تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری
I1: آبیاری کامل، I2: آبیاری (شاخه دهی)، I3: آبیاری (گلدهی)، I4: آبیاری (غلافدهی)، I5: آبیاری (دانه بستن)، I6: دیم کامل

که در شرایط تنش خشکی و با کاهش پتانسیل آب گیاه، سرعت رشد گیاه به دلیل افزایش شدت تنفس و کاهش فتوسنتز کاهش می‌یابد. منحنی سرعت رشد محصول برای ارقام نخود در شکل (۶) نشان داده شده است. میزان سرعت رشد محصول در رقم ILC482 بیش از دو رقم دیگر بود. در ارقام جم و کرج به دلیل شاخص سطح برگ پایین تر در مراحل اولیه رشد (شکل ۴) و به دنبال آن درصد پایین جذب تشعشع توسط پوشش گیاهی، CGR کمتر است. منفی بودن اولیه CGR را می‌توان به عدم پوشش گیاهی کافی و درجه حرارت پایین در اولین نمونه گیری نسبت داد (شکل ۶). به نظر می‌رسد با افزایش

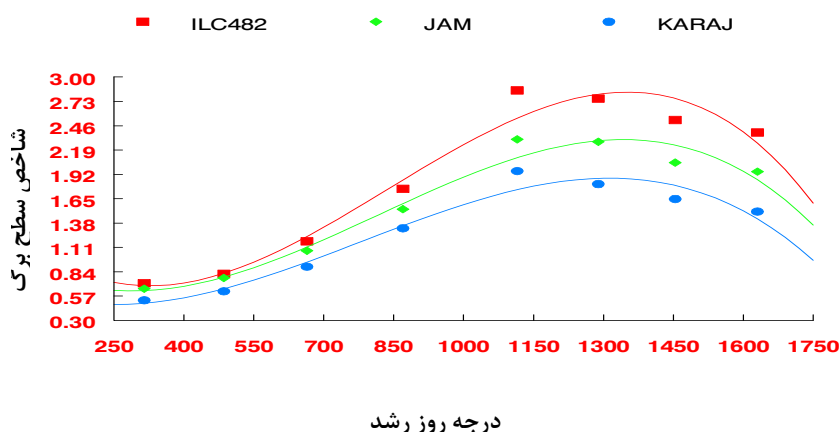
همانطور که در شکل ۵ پیداست به طور کلی سرعت رشد محصول در ابتدا افزایش سپس کاهش و بعد از آن منفی شده است. چنین روندی به دلیل افزایش تدریجی و فزاینده جذب تشعشع خورشیدی همزمان با افزایش سطح برگ در اوایل فصل رشد و در نتیجه افزایش سرعت تجمع ماده خشک در گیاهان می‌باشد. با پیر شدن برگ‌ها و کاهش سرعت تجمع ماده خشک، سرعت رشد محصول رو به تنزل می‌گذارد. مهم‌ترین علت منفی شدن CGR در مراحل انتهایی رشد، کاهش تولید ماده خشک در اثر ریزش برگ‌ها است (۳۱). گزارش‌های پراساد و همکاران (۱۷) حاکی از آن است

که در مراحل اولیه رشد، به دلیل حداقل رقابت نوری و سایه‌اندازی، میزان فتوسنتز خالص حداکثر است. اما با گذشت زمان و بتدریج با افزایش سطح برگ و متعاقب آن سایه‌اندازی برگ‌ها، راندمان تولید در هر برگ کاهش یافته و لذا NAR با گذشت زمان شروع به کاهش نموده است. سرعت کاهش فتوسنتز خالص در شرایط آبیاری کامل با شیب کندتری همراه بود و در بین رژیم‌های آبیاری تکمیلی، آبیاری در مرحله گلدهی از سرعت فتوسنتز خالص بالاتر و شیب کاهش ملایمتری برخوردار بود که احتمالاً دلیل آن توزیع مناسب‌تر پوشش گیاهی و بدنبال آن دریافت بهتر تشعشع توسط کانوپی گیاهی است (شکل ۷).

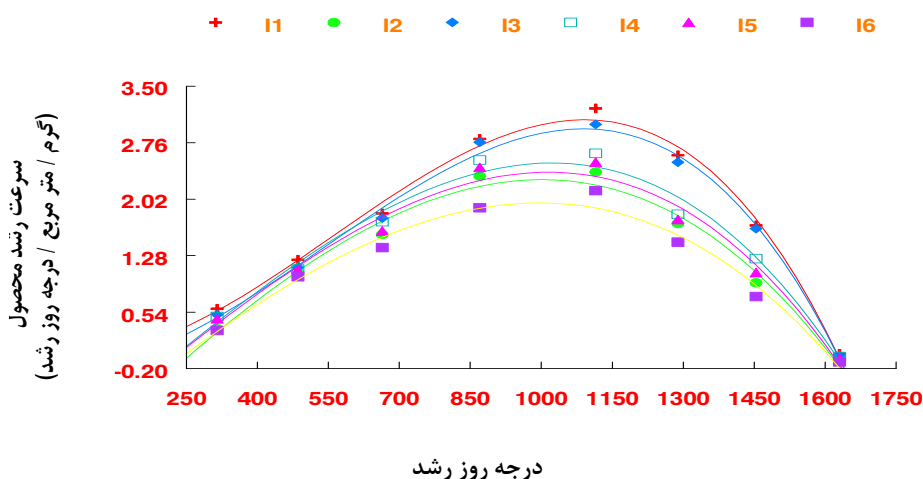
شاخص سطح برگ در شرایط بدون تنش، تشعشع بیشتری توسط گیاه دریافت شده است که به علت فتوسنتز بیشتر سرعت رشد محصول نیز افزایش یافته است. در شرایط تنش به علت کاهش سطح برگ، کاهش فتوسنتز و پیری زودرس، سرعت رشد محصول کاهش یافته است. بطور کلی نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش فتوسنتز خالص و در نتیجه کاهش تولید و سرعت تجمع ماده خشک در واحد سطح می‌شود.

سرعت فتوسنتز خالص (NAR)

منحنی تغییرات سرعت فتوسنتز خالص نسبت به درجه روزهای رشد برای رژیم‌های مختلف آبیاری در شکل (۷) حاکی از آن است

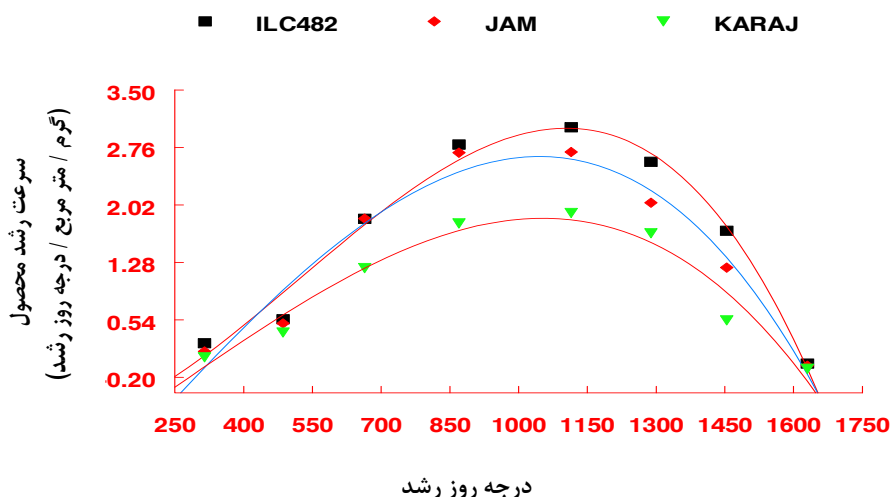


شکل ۴- روند تغییرات شاخص سطح برگ ارقام مختلف نخود در طول فصل رشد



شکل ۵- روند تغییرات سرعت رشد محصول در طول فصل رشد تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری

I₁: آبیاری کامل، I₂: آبیاری (شاخه دهی)، I₃: آبیاری (گلدهی)، I₄: آبیاری (غلافدهی)، I₅: آبیاری (دانه بستن)، I₆: دیم کامل.



شکل ۶- روند تغییرات سرعت رشد محصول در ارقام مختلف نخود در طول فصل رشد

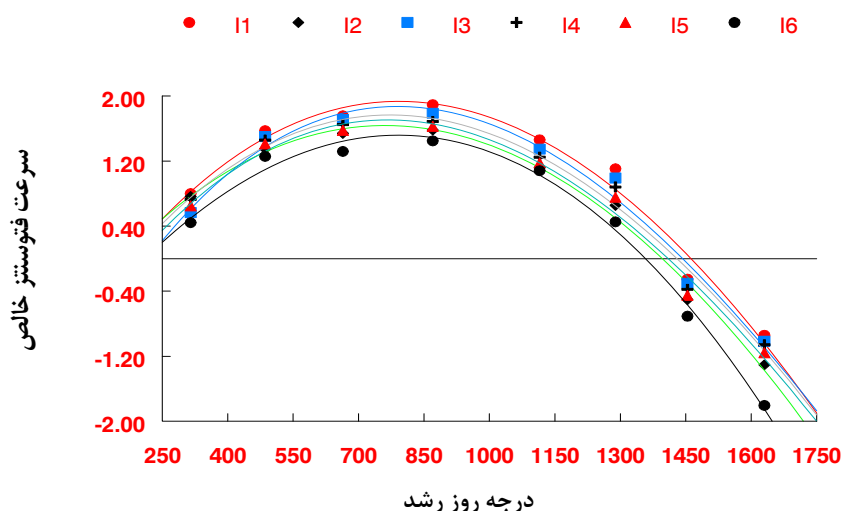
بافت‌های ساختمانی هستند که از لحاظ متابولیسمی فعال نبوده و در فتوسنتز نقشی ندارند (۱۳). در مجموع مقدار RGR در تیمار آبیاری کامل بیشتر از تیمارهای آبیاری تکمیلی بود (شکل ۹).

روند تغییرات سرعت رشد نسبی برای رژیم مختلف آبیاری حاکی از آن است که با گذشت زمان سرعت رشد نسبی گیاه کاهش می‌یابد، در این راستا رژیم آبیاری کامل که بالاترین میزان RGR را نسبت به رژیم‌های آبیاری تکمیلی داشت، دارای افت شدیدتری بود. در میان رژیم‌های آبیاری تکمیلی، آبیاری در مرحله گلدهی دارای سرعت رشد نسبی بالاتر و شیب افت ملایمتری بود. به نظر می‌رسد که این کاهش به دلیل این حقیقت است که قسمت‌هایی که به گیاه اضافه می‌شوند بافت‌های فعال متابولیسمی نیستند و همچنین این کاهش تا اندازه ای مربوط به در سایه قرار گرفتن و افزایش سن برگ‌های تحتانی پوشش گیاهی می‌باشد (۲۲). گزارش قاسمی گل‌عزانی و همکاران (۳) نیز حاکی از کاهش سرعت رشد نسبی تحت شرایط کم آبی می‌باشد. مقدار RGR برای رژیم‌های آبیاری تکمیلی (دانه بستن، شاخه دهی و غلافدهی) در محدوده ۱۲۶۵ درجه روز رشد و برای تیمار آبیاری کامل و گلدهی در محدوده ۱۴۴۰ درجه روز رشد و برای تیمار دیم در محدوده ۱۱۱۵ درجه روز رشد به صفر رسید و پس از آن با ریزش برگ‌ها منفی شد (شکل ۹). روند تغییرات سرعت رشد نسبی برای ارقام نخود در شکل (۱۰) نشان داده شده است. روند تغییرات RGR نسبت به درجه روزهای رشد بین سه رقم دارای تفاوت‌هایی است. سرعت رشد نسبی رقم ILC۴۸۲ بیشتر از ارقام جم و کرج و همچنین روند نزولی آن ملایم تر بود. پراساد و همکاران (۱۷) اظهار داشتند که ژنوتیپ‌ها با گذشت زمان روند نزولی و یکنواختی از لحاظ سرعت رشد نسبی ندارند.

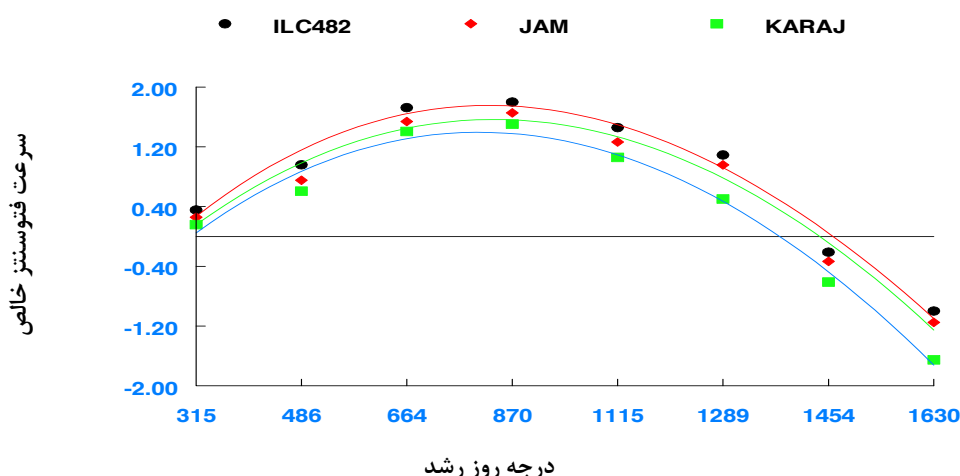
کوچکی و بنایان اول (۵) اظهار داشتند میزان فتوسنتز خالص با زمان ثابت نمی‌باشد و با افزایش سن گیاه یک افت نزولی در رشد و تکامل نشان می‌دهد و این افت نسبی در محیط نامناسب و تنش خشکی تسریع می‌شود، لذا هنگامی که برگ‌های جدیدی اضافه می‌شوند به علت سایه اندازی برگ‌ها روی یکدیگر وزن خشک بدست آمده به ازای واحد سطح برگ کاهش می‌یابد. منحنی تغییرات سرعت فتوسنتز خالص برای ارقام نخود در شکل (۸) نشان می‌دهد که میزان فتوسنتز خالص روند نزولی پیدا می‌کند. سرعت کاهش فتوسنتز خالص در رقم کرج با شیب تندتری نسبت به ارقام ILC۴۸۲ و جم کاهش یافت. در رقم ILC۴۸۲ شیب کاهش سرعت فتوسنتز خالص ملایم تر است که احتمالاً این موضوع به خصوصیات مورفولوژیکی به توزیع هندسی مناسب‌تر برگ‌های این رقم مربوط می‌شود. بهرحال به نظر می‌رسد که این عامل یکی از دلایل بالاتر بودن عملکرد دانه در رقم ILC۴۸۲ باشد. از آن جایی که CGR تابع مستقیم NAR است، منفی بودن CGR در انتهای فصل رشد را می‌توان به منفی بودن NAR در این مرحله نسبت داد.

سرعت رشد نسبی (RGR)

شکل‌های ۹ و ۱۰ تغییرات سرعت رشد نسبی گیاه نسبت به درجه روزهای رشد را در تیمارهای مختلف آبیاری و سه رقم نخود نشان می‌دهد. در کلیه تیمارها با افزایش سن گیاه، سرعت رشد نسبی کاهش یافته است. در ابتدای فصل رشد، میزان RGR به علت نفوذ نور به داخل جامعه گیاهی، سایه اندازی کمتر برگ‌ها و در نتیجه تنفس کمتر، بالاتر می‌باشد اما با افزایش سن گیاه، سرعت رشد نسبی گیاه کاهش یافت. زیرا بخش‌هایی که به گیاه افزوده می‌شوند،



شکل ۷- روند تغییرات سرعت فتوسنتز خالص در طول فصل رشد تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری
I₁: آبیاری کامل، I₂: آبیاری (شاخه دهی)، I₃: آبیاری (گلدهی)، I₄: آبیاری (غلافدهی)، I₅: آبیاری (دانه بستن)، I₆: دیم



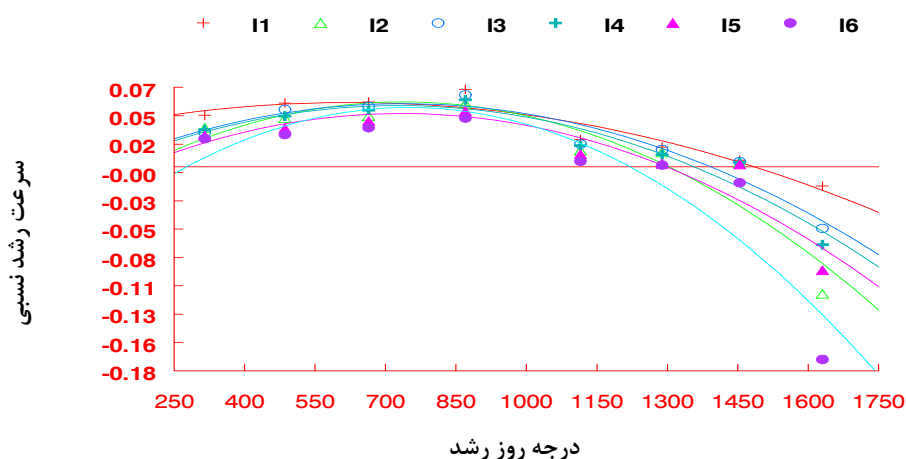
شکل ۸- روند تغییرات سرعت فتوسنتز خالص در ارقام مختلف نخود در طول فصل رشد

کمی و کیفی بارندگی در اغلب مناطق کشت نخود در کشور و بویژه استان خراسان، بسیار پراکنده بوده و برای دستیابی به عملکردهای قابل قبول، غیر قابل اعتماد است. در این مناطق گیاهان کشت شده در پاییز یا زمستان معمولاً در دوره رشد رویشی خود تحت تأثیر تنش خشکی متناوب قرار می گیرند و در مرحله رشد زایشی با تنش خشکی نهایی مواجه می شوند. نتایج این مطالعه نشان داد که در منطقه مورد مطالعه انجام یک بار آبیاری در مرحله گل دهی، عملکرد دانه نخود را در ارقام رایج منطقه نسبت به شرایط دیم بصورت معنی داری افزایش می دهد (به طور متوسط ۶۲ درصد).

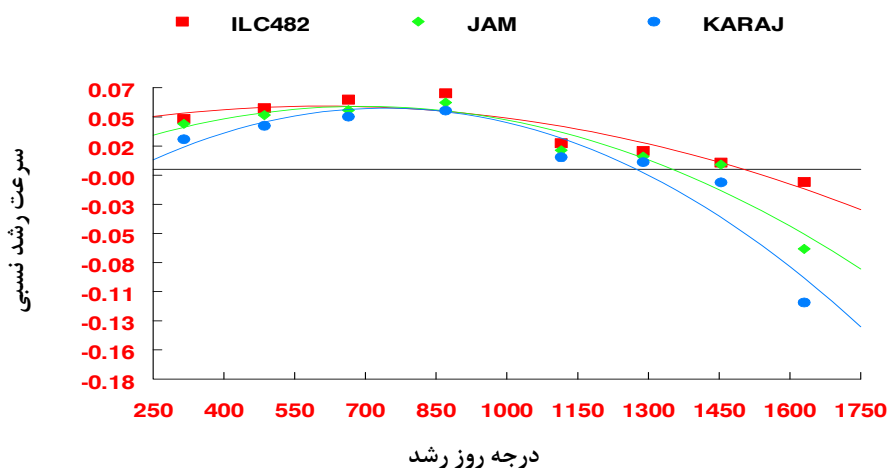
همانطور که مشاهده می شود سرعت رشد نسبی در پایان دوره رشد به دلیل رسیدگی فیزیولوژیکی دانه و افزایش تنفس دانه ها و همچنین کاهش فتوسنتز جاری، منفی است (شکل های ۹ و ۱۰). به نظر می رسد چون تنش خشکی با افزایش درجه حرارت محیط همراه است، بنابراین تنفس گیاه افزایش یافته و در نتیجه انرژی از مسیرهای رشد گیاه منحرف و لذا سرعت رشد نسبی کاهش و نهایتاً منفی شده است.

نتیجه گیری

بررسی های طولانی مدت آمار هواشناسی نشان می دهد که توزیع



شکل ۹- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در طول فصل رشد تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری
(I₁: آبیاری کامل، I₂: آبیاری (شاخه دهی)، I₃: آبیاری (گلدهی)، I₄: آبیاری (غلافدهی)، I₅: آبیاری (دانه بستن)، I₆: دیم)



شکل ۱۰- روند تغییرات سرعت رشد نسبی ارقام مختلف نخود در طول فصل رشد

مورفولوژیکی و آرایش هندسی این گیاه مربوط می شود از دلایل اصلی عملکرد بالاتر این رقم در رژیم های مختلف آبیاری تکمیلی و بویژه آبیاری در مرحله گل دهی است. نتایج این بررسی نشان داد که در ارقام رایج منطقه، مرحله گل دهی حساسترین مرحله فنولوژی به تنش خشکی است و انجام یک بار آبیاری در این مرحله عملکرد ارقام فوق را به صورت رضایتبخشی افزایش می دهد.

در این مطالعه واکنش رقم ILC 482 به رژیم های آبیاری تکمیلی بیش از سایر ارقام بود به نحوی که تفاوت معنی داری میان عملکرد دانه این رقم در رژیم آبیاری کامل و انجام یک بار آبیاری در مرحله گل دهی وجود نداشت. بالا بودن شاخص سطح برگ و متعاقب آن سرعت رشد محصول بالاتر و نیز افت ملایمتر کاهش NAR نسبت به زمان در رقم ILC 482 که احتمالاً به خصوصیات

منابع

- ۱- شبیری، س.، ک. قاسمی گلذانی، ا. گلچین و ج. صبا. ۱۳۸۶. تأثیر محدودیت آب بر رشد و عملکرد سه رقم نخود در زنجان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۴، شماره ۲، ص ۳۴-۴۷.
- ۲- طلایی، ع. و ک. صیادیان. ۱۳۷۹. تأثیر آبیاری تکمیلی و تعیین نیاز غذایی در زراعت نخود دیم. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۲، شماره ۳، ص ۵۷-۶۶.

- ۳- قاسمی گلعدانی، ک.، س. محمدی، ف. رحیم زاده خویی و م. مقدم. ۱۳۷۶. روابط کمی بین تراکم بوته و عملکرد دانه سه رقم نخود در تاریخ های مختلف کاشت. مجله دانش کشاورزی، جلد ۷، شماره های ۲ و ۱، ص ۵۹-۷۳.
- ۴- کانونی، ه. ۱۳۷۷. بررسی و تجزیه علیت صفات موثر بر عملکرد دانه در ارقام نخود تحت شرایط دیم استان لرستان. چکیده مقالات کنگره زراعت و اصلاح نباتات. ص ۳۲۹. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال کرج.
- ۵- کوچکی، ع. و م. بنایان اول. ۱۳۷۶. زراعت حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۳۶ ص.
- ۶- گلدانی، م. و پ. رضوانی مقدم. ۱۳۸۶. اثر رژیم های مختلف رطوبتی و تاریخ کاشت بر خصوصیات فنولوژیکی و شاخص های رشد سه رقم نخود دیم و آبی در مشهد. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۴، شماره ۱. ص ۲۲۹-۲۴۲.
- ۷- گلدانی، م. و پ. رضوانی مقدم. ۱۳۸۵. تأثیر رژیم آبیاری بر خصوصیات فنولوژی، فیزیولوژی، عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم نخود آبی و دیم در مشهد. مجله علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۲۰، شماره ۳. ص ۲۱-۳۲.
- ۸- لنگری، م. ۱۳۷۵. مطالعه اثر تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد در سه ژنوتیپ مختلف نخود در شرایط دیم شمال خراسان. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۲۸ ص.
- ۹- محمدی، غ.، ک. قاسمی گلعدانی، ع. جانشیر و م. مقدم. ۱۳۸۵. تأثیر محدودیت آب بر عملکرد سه رقم نخود. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۰، شماره ۲، ص ۱۰۹-۱۲۰.
- 10-Cox, W.J., and G.D., Jooliff. 1986. Growth and yield of sunflower and soybean under soil water deficits. Agron. J. 78:226-230.
- 11-Dahiya, S., M. Singh and R.B. Singh. 1993. Economic and water use efficiency of chickpea as effected by genotypes, irrigation and fertilizer application. Crop Reasearch. Hisar. 6:532-534.
- 12-Fougereux, J.A., T. Dore., F. Ladonne and A. Fleury. 1997. Water stress during reproductive stages affects seed quality and yield of Pea (*Pisum Sativum L.*) Crop Science. 37: 1247-1252.
- 13-Karimi, M.M., and Siddique, H.M. 1991. Crop growth and relative growth rates of old modern wheat cultivars. Aust.J.Agric.Res. 42:783-788.
- 14-Malhotra, R.S., K.B. Singh and M.C. Saxena. 1997. Effect of irrigation on winter sown chickpea in a Mediterranean environment. J. Agron. Crop Sci. 178:237-243.
- 15-Ney, B., C. Duthion and O. Ture. 1994. Phenological response of Pea to water stress during reproductive development. Crop Sci. 34:141-146.
- 16-Pawar, V.S., Patit, P.O. Dahi walur, S.D. and S.S. Magar. 1992. Effect of irrigation schedule based on Critical g rowth stages on yield, quality and wateruse of chickpea. (*Cicer arietinum L.*) on Vertisol. Indian Journal of Agrieultural Science. 62: 402-404.
- 17-Prasad, V.V., Pandey, S.R.K., and, M.C. Saxena. 1978. Physiological analysis of Yield Variation in gram (*Cicer arietinum L.*) genotypes. Indian Journal of plant Physiology. 21:228-234.
- 18-Saxena, M.C. 1993. The challenge of developing biotic and abiotic stress resistance in cool season food legumes. In: Breeding for Stress tolerance in Cool-Season Food Legumes. (Eds. singh, k.B., and M.C. Saxena) John wiley & sons, New York, NY. PP. 3-14.
- 19-Saxena, M.C. 1990. Problems and Potential of chickpea prouction in the nineties. In: Chickpea in the Nineties. PP. 13-25. Proc. of the second International work shop on Chickpea Improvement, 4-8 Dec. 1989, ICRISAT. Potancheru India.
- 20-Singh, S.P. 1997. Chickpea (*Cicer arietinum L.*). Field Crop Res. 53: 161-170.
- 21-Singh, S.P. 1995. Selection for water stress tolerance in interracial populations of common bean. Crop Sci. 35:118-128.
- 22-Silim, S.V. and M.C. Saxena. 1993. Adaptation of spring- sown the Mediterran ean basin. II. Factors in fluencing yield under drought. Field Crop Res. 34:137-146.
- 23-Siddique, K.H.M. and R.H. Sedgley. 1986. Chickpea (*Cicer arientinum L.*) a potential grain legume for southwestern Australia: Seasonal growth and yield. Aus. J. Agric Res. 37: 245-260.
- 24-Tuba Bicer, B., A. Narin Kolender and D.A. Akar. 2004. The effect of irrigation on spring-sown chickpea. Journal of Agronomy Asian Network for Scientific Information. 3:154-158.
- 25-Ullah, A., J., Bakht, M. shafi and W.A. Islam. 2002. Effect of variosus irrigations level on different chickpea varieties. Asian Jourand of Plant Science. 4:355-357.
- 26- Zang, H., M. Pala, Y. Oweis and H. Harris. 2000. Water use and water use effieency of Chickpea and lentil in a mediterranean environment. Aus. J. Agric Res. 51: 295-304.