نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۹، شماره ۳ ، سال ۱۳۹۰، ص. ۳۲۱-۳۱۰

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 9, No. 3, 2011, p. 310-321

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

مهدی پارسا[1*] - علی گنجعلی[2] - الیاس رضائیان زاده[3] - احمد نظامی[4]

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، رژیم‌های آبیاری شامل، آبیاری کامل، آبیاری تکمیلی (یک نوبت آبیاری در یکی از مراحل فنولوژی شامل شاخه‌دهی، گل‌دهی، تشکیل غلاف‌ها 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 گل‌دهی 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(۱۷۵۲کیلوگرم در هکتار) و رقم کرج کمترین (۱۳۸۱ کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه را دارا بودند. نتایج بررسی‌ها 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 گل‌دهی نسبت به سایر رژیم های آبیاری تکمیلی بیشتر بود. همچنین شاخص‌های 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 گل‌دهی حساسترین مرحله به کمبود آب است و در شرایط محدودیت آب، با انجام آبیاری در این مرحله می‌توان 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

حبوبات، پس از غلات دومین منبع مهم غذایی بشر به‌شمار می‌روند. نخود گیاهی است نسبتاً مقاوم به خشکی و در مناطق با بارندگی کم که مناسب کشت سایر محصولات نمی باشد این گیاه می‌تواند عملکرد رضایت بخشی تولید نماید (۵). در مناطق غرب آسیا و شمال آفریقا تنش خشکی یکی از عوامل اصلی کاهش عملکرد نخود می‌باشد. 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 می‌گذارند. 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 غلاف‌ها مربوط می‌شود. در این مورد غلاف‌ها زمانی شروع به ریزش کردند که

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

پیری برگ‌ها بر اثر تنش آب آغاز شده بود (۲۳). وقوع تنش خشکی در برخی مراحل رشد گیاهان می‌تواند خسارت جبران ناپذیری بر عملکرد آن‌ها وارد سازد. از این رو شناخت مراحل حساس به خشکی در گیاهان و تأمین به موقع نیاز آن‌ها می‌تواند 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 گل‌دهی و پر شدن غلاف‌ها است. آبیاری تکمیلی در مراحل بحرانی رشد گیاه می‌تواند 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 غلاف‌ها بیشترین عملکرد دانه را در پی داشته است. توبابیسر و همکاران (۲۴)، زا نگ و همکاران (۲۶) و اولادها و همکاران (۲۵) بیان داشتند که بیشترین عملکرد دانه با آبیاری در مرحله گل‌دهی حاصل شد. بنابراین آن دسته از عملیات زراعی که سرعت رشد محصول را در مرحله پر شدن دانه افزایش می‌دهد و دوام بافت های سبز گیاه را در طی این مرحله طولانی تر می‌سازد، می‌تواند میزان رشد و اندازه (وزن) دانه را در بقولات دانه‌ای بهبود بخشد (۹). کوکس و جولیف (۱۰) گزارش کرده‌اند 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 گل‌دهی شاخص سطح برگ را به شدت تحت تأثیر قرار داد.

به‌طور کلی نتایج بررسی‌ها در اغلب گیاهان زراعی و از جمله نخود نشان داده است که وقوع تنش خشکی در برخی از مراحل رشدی گیاه می‌تواند خسارات جبران ناپذیری بر عملکرد وارد نماید. بنابراین شناخت مراحل حساس و بحرانی گیاه به تنش خشکی و تأمین رطوبت موردنیاز در مقطع (مقاطع) زمانی فوق می‌تواند نقش مؤثری در افزایش عملکرد و استفاده بهینه از منابع آب وخاک ایفا نماید. با توجه به موارد فوق، آزمایش حاضر با هدف۱- شناسایی مرحله (مراحل) حساس رشدی ارقام رایج نخود به تنش خشکی؛ ۲- واکنش‌پذیری عملکرد و اجزای عملکرد ارقام به تأمین رطوبت در هر یک از مراحل مختلف فنولوژی گیاه و۳- 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 کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا در آمد. خاک زمین مورد آزمایش از نوع لوم سیلتی و سال قبل از آن به صورت آیش 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 ۵×۳ 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 می‌باشند از بانک بذر دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شدند. به منظور مصونیت بذور از عوامل بیماریزا خاکزی، 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، گل‌دهی، غلاف دهی و دانه بستن آبیاری شدند و تیمار شاهد (دیم) در این مراحل آبیاری نشد. در هر تیمار آبیاری زمانی انجام می‌شد 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، نمونه‌برداری تخریبی با فواصل ۱۰ روز یک بار انجام گرفت. نمونه گیری از ۱/۵ متر انتهای 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 نمونه‌ها اندازه گیری شد. کلیه محاسبات آماری مورد نیاز با استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری MSTAT-C، JMP و SLIDE WRITE انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه ای دانکن استفاده شد.

جدول ۱- درجه حرارت متوسط، حداقل، حداکثر و روزانه و درجه حرارت مطلق و حداکثر و بارندگی ماهانه و حداکثر روزانه در سال زراعی ۱۳۸۶-۱۳۸۵ در مشهد

	درجه حرارت هوا (سانتی گراد)					بارندگی (میلی متر)	
	متوسط			مطلق			
ماه	حداکثر	حداقل	روزانه	حداکثر	حداقل	حداکثر روزانه	جمع کل
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، شاخه دهی، 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) پایین ترین عملکرد دانه را تولید کردند (جدول۴). طلیعی و صادقیان (۲) با انجام آزمایشی در ایستگاه تحقیقات دیم سرارود گزارش کردند که به ازای هر میلیمتر آبیاری در مراحل گل‌دهی و غلاف دهی نخود، حدود ۵/۹ کیلوگرم در هکتار به عملکرد دانه اضافه شد. در این ارتباط مالهوترا و همکاران (۱۴) در نخود و نی و همکاران (۱۵) در نخود فرنگی نتایج مشابهی راگزارش 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 وکمترین عملکرد مربوط به رقم کرج و رژیم آبیاری در مرحله دانه بستن (۱۲۳۷ 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 رشد گیاه دارد، به این صورت که هوای گرم و خشک رشد گیاه، نمو غلاف و تعداد دانه در غلاف را کاهش می‌دهد.

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)، اولاها و همکاران (۲۵) و توبابسیر 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 رژیم های 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 ۱۸۲۰کیلوگرم 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) بـه رژیـم آبیـاری کامل و کمترین آن (۴۷/۹) به تیمار دیم مربوط بود. در بین رژیم‌های آبیاری تکمیلی، بیشترین شاخص برداشت (۶۷/۵) مربوط به آبیاری در مرحله گل‌دهی و کمترین آن به آبیاری در مرحله دانـه بـستن (۵۸/۲) اختصاص داشت. هر چند که بین رژیم‌هـای آبیـاری تکمیلـی تفـاوت معنی داری در بین آبیـاری در مراحـل شـاخه دهـی، غـلاف دهـی و گل‌دهی مشاهده نشد اما آبیاری در مرحله دانـه بـستن تفـاوت معنـی داری با سایر رژیم‌های آبیاری تکمیلی داشت (جدول ۳). تأثیر رقم بـر شاخص برداشت معنی دار بود (جدول ۲). رقم ILC۴۸۲ بـا دارا بـودن شاخص برداشت معادل ۶۷/۶ درصد و رقم کـرج بـا ۶۲/۶ درصـد بـه ترتیب بیشترین و کمترین شاخص برداشت را دارا بودند. رقـم کـرج و جم از این نظر تفاوت معنـی داری نداشـتند (جـدول ۴). سـینگ (۲۱) گزارش کرد که با افزایش رطوبت خاک، شاخص برداشت نیز افـزایش می‌یابد. اثرات متقابل آبیاری و رقم برای شـاخص برداشـت معنـی دار بود. در بین رژیم‌های آبیاری تکمیلی و ارقام، رقم ILC۴۸۲ و آبیـاری در مرحله گل‌دهی با ۷۲/۸ درصد و رقم جم با آبیاری در مرحله غلاف دهی با ۵۰/۹ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین شاخص برداشـت را دارا بودند. در شرایط آبیاری کامـل، رقـم جـم بـا ۷۶/۵۲ درصـد و در شرایط دیم، رقم کرج با ۵۵/۷۳ درصد بیـشترین شـاخص برداشـت را داشتند (جدول ۵). شاخص برداشـت بیـانگر میـزان انتقـال مـواد آلـی ساخته شده از منبع به مخزن می‌باشد. بدیهی اسـت هـر چقـدر مـواد فتوسنتزی بیشتری از اندام‌های سبز گیاه به دانه منتقل شـود عملکـرد دانه افزایش می‌یابد (۱۲ و ۱۶). به نظر می‌رسـد فراهمـی رطوبـت در مرحله پر شدن دانه سبب افـزایش شـاخص برداشـت مـی‌شـود، زیـرا 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 گل‌دهی، بیشترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختـصاص داد، همچنـین رقـم 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 رژیم‌های 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)	۱۳۲۴^{d}	۲۳۲۲^{d}	۵۹/۲۰^{c}
دیم	۱۰۶۸^{e}	۲۱۷۲^{e}	۴۷/۸۶^{d}

میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترکی می‌باشند، مطابق آزمون چند دامنه ای دانکن ($P\leq0.01$) اختلاف معنی داری ندارند.

جدول۲- نتایج تجزیه واریانس عملکردهای دانه و بیولوژیک و شاخص برداشت در سه رقم نخود تحت رژیم‌های مختلف آبیاری.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت
تکرار	۲	۶۹۷۰/۹۶۲^{ns}	۲۳۴۴/۳۸۹^{ns}	۸/۸۶۴Ns
آبیاری(A)	۵	۹۷۶۳۳۰/۹۴**	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 ٤- نتایج مقایسه میانگین عملکردهای دانه، بیولوژیک و شاخص برداشت در سه رقم نخود

رقم	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
ILC۴۸۲	۱۷۵۲^{a}	۲۹۱۳^{a}	۶۷/۵۵^{a}
جم	۱۶۱۵^{b}	۲۶۴۴^{b}	۶۲/۸۶^{b}
کرج	۱۳۸۱^{c}	۲۰۲۷^{c}	۶۲/۶۱^{b}

میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترکی میباشند، مطابق آزمون چند دامنه ای دانکن ($p\leq0.01$) اختلاف معنی داری ندارند.

جدول۵- نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح آبیاری و رقم بر عملکردهای دانه، بیولوژیک و شاخص برداشت

سطوح آبیاری	رقم	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
آبیاری کامل	ILC۴۸۲	۲۰۴۵^{a}	۲۷۴۵^{f}	۷۴/۳۲^{ab}
	جم	۲۰۲۵^{a}	۲۷۸۸^{ef}	۷۶/۵۲^{a}
	کرج	۱۸۹۸^{b}	۲۴۸۵^{g}	۷۲/۶۰^{abc}
آبیاری (شاخه دهی)	ILC۴۸۲	۲۰۱۰^{ab}	۳۱۹۳^{bc}	۶۳/۷۰^{ef}
	جم	۱۷۵۰^{c}	۲۵۷۱^{g}	۶۸/۱۰^{cde}
	کرج	۱۳۶۲^{de}	۲۰۸۳^{hi}	۶۵/۴۲^{def}
آبیاری (گل‌دهی)	ILC۴۸۲	۲۰۳۹^{a}	۳۴۵۹^{a}	۷۲/۷۶^{abc}
	جم	۱۷۲۱^{c}	۳۰۶۸^{cd}	۵۶/۱۱^{h}
	کرج	۱۴۳۵^{d}	۲۰۳۳^{ij}	۶۹/۰۵^{bcd}
آبیاری (غلاف دهی)	ILC۴۸۲	۱۸۸۸^{b}	۳۲۹۲^{ab}	۵۷/۲۶^{gh}
	جم	۱۷۶۰^{c}	۲۵۹۳^{de}	۵۰/۸۶^{i}
	کرج	۱۳۵۷^{de}	۱۹۵۶^{ijk}	۶۹/۳۸^{bcd}
آبیاری (دانه بستن)	ILC۴۸۲	۱۳۶۷^{de}	۲۲۱۷^{h}	۶۱/۶۶^{fg}
	جم	۱۳۶۸^{de}	۱۸۸۰^{jk}	۷۰/۶۰^{bcd}
	کرج	۱۲۳۷^{ef}	۱۸۲۰^{k}	۶۸/۰۰^{cde}
دیم	ILC۴۸۲	۱۱۴۶^{fg}	۳۰۸۰^{cd}	۳۱/۱۹^{k}
	جم	۱۰۶۶^{gh}	۲۱۰۰^{hi}	۵۰/۷۵^{ij}
	کرج	۹۹۴^{h}	۱۷۴۸^{k}	۵۵/۷۳^{hi}

میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترکی میباشند، مطابق آزمون چند دامنه ای دانکن ($p\leq0.01$) اختلاف معنی داری ندارند.

شاخص های رشد

تجمع ماده خشک (TDW)

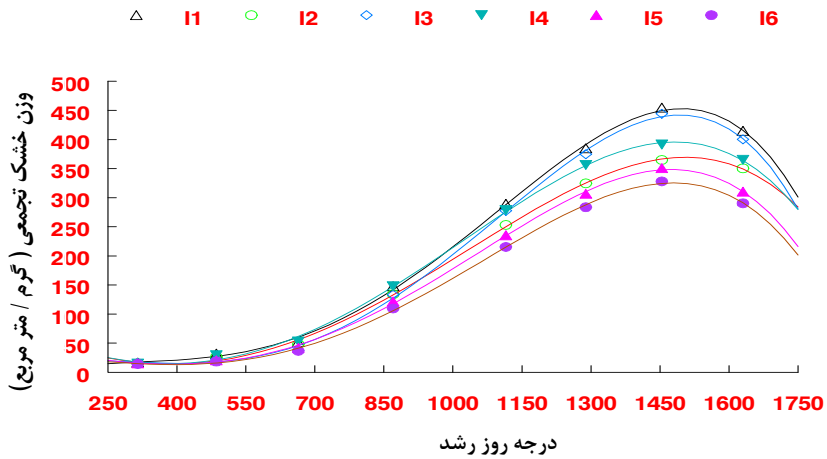
منحنی پیش بینی تغییرات وزن خشک اندام‌های هوایی نسبت به درجه روزهای رشد برای تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که به طور کلی افزایش وزن خشک در تمام تیمارها به صورت منحنی سیگموئیدی (S شکل) است (شکل‌های ۱و۲) تحقیقات پراساد و همکاران (۱۷) نیز بیانگر آن است که تجمع ماده خشک در نخود بصورت منحنی سیگموئیدی است. در مراحل اولیه رشد، تجمع ماده خشک در کلیه رژیم‌های آبیاری، کم و تفاوت‌های چشمگیری بین آنها قابل مشاهده نیست. بدیهی است در این مرحله گیاه بسیار کوچک و رشد اندام‌های رویشی ناچیز است. با گذشت زمان، رشد اندام‌های هوایی و سطح فتوسنتز کننده افزایش یافته و سرعت تجمع ماده خشک افزایش می‌یابد به طوری که در رژیم آبیاری کامل به علت فراهم بودن رطوبت کافی در مقایسه با سایر رژیم‌های 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 رژیم‌های آبیاری تکمیلی، آبیاری در مرحله گل‌دهی 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 می‌باشند (شکل ۱). به نظر می‌رسد قبل از گل‌دهی که گیاه نخود دارای رشد کند و بطئی است تفاوت چندانی بین تیمارها قابل مشاهده نیست اما پس از مرحله گل‌دهی که که گیاه رشد سریع را آغاز می‌کند تفاوت تیمارها به لحاظ تولید ماده خشک واضح تر می‌شود. همچنین در رژیم آبیاری در مرحله گل‌دهی بیشترین ماده خشک نسبت به سایر رژیم‌های آبیاری تکمیلی حاصل شد. به نظر می‌رسد که آبیاری

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 روز های پس از سبز شدن رابطه درجه سه برقرار است. مطالعات قاسمی گلعذانی و همکاران (۳) در گیاه نخود، نشان داد که تنش خشکی تأثیر قابل ملاحظه ای 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، احتمالا 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.

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 کاملا 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).

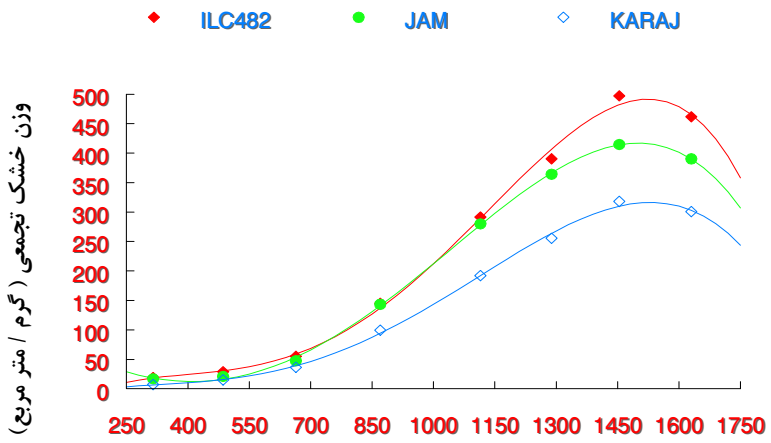
سرعت رشد محصول (CGR)

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 نسبتا 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 احتمالا شیب ملایمتر کاهش NAR در شرایط دیم است. در شرایط دیم به دلیل کوچک بودن برگ ها، کم بودن تعداد برگ ها، کاهش فتوسنتز و کاهش تولید ماده خشک، مقدار CGR کاهش یافته است (شکل ۵).

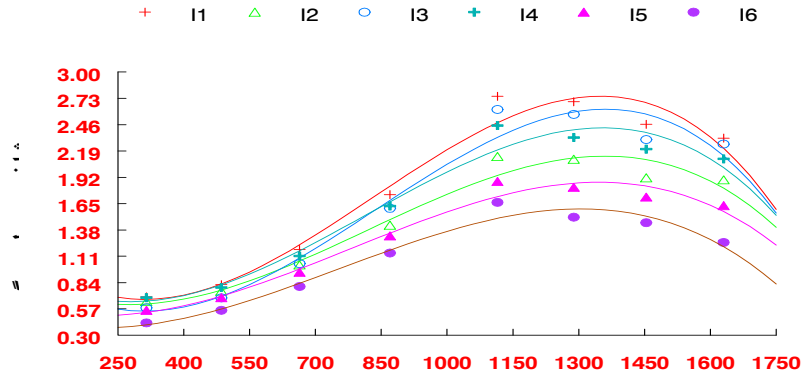


شکل ۱- مقایسه روند تغییرات وزن خشک تجمعی در طول فصل رشد تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری

I_1: آبیاری کامل ، I_2: آبیاری (شاخه دهی) ،I_3: آبیاری (گلدهی) ، I_4: آبیاری (غلافدهی)،I_5: آبیاری (دانه بستن) ،I_6 : 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

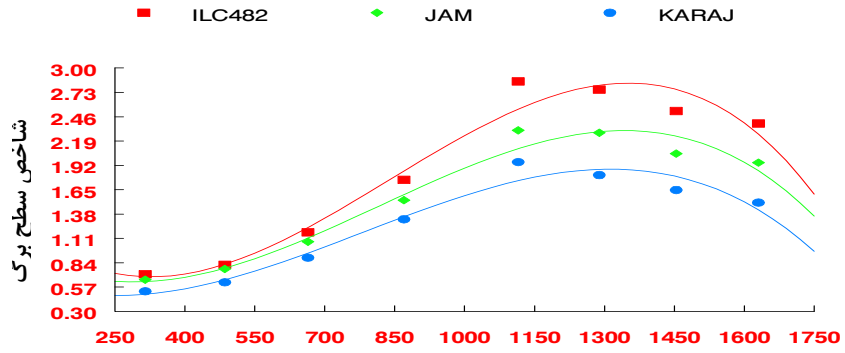
I_1: آبیاری کامل ، I_2: آبیاری (شاخه دهی) ،I_3: آبیاری (گلدهی) ، I_4: آبیاری (غلافدهی)،I_5: آبیاری (دانه بستن) ،I_6 : دیم کامل

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 (۱و۳). گزارش های پراساد و همکاران (۱۷) حاکی از آن است 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 ILC۴۸۲ 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

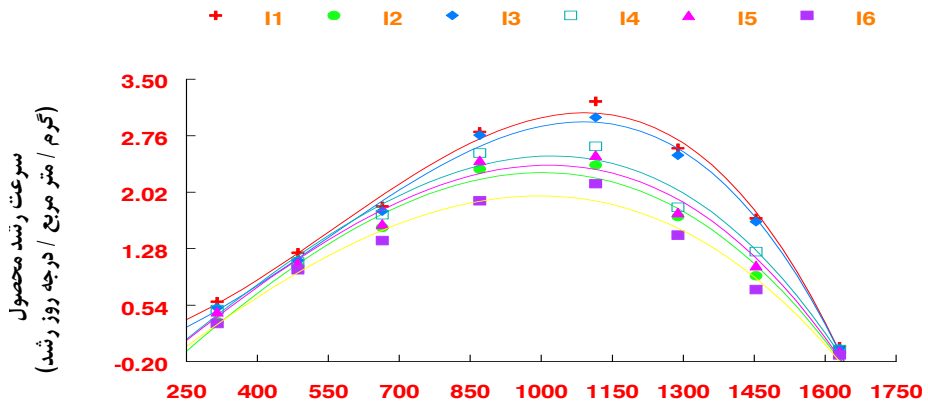
شاخص سطح برگ در شرایط بدون تنش، تشعشع بیشتری توسط گیاه دریافت شده است که به علت فتوسنتز بیشتر سرعت رشد محصول نیز افزایش یافته است. در شرایط تنش به علت کاهش سطح برگ، کاهش فتوسنتز و پیری زودرس، سرعت رشد محصول کاهش یافته است. بطور کلی نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش فتوسنتز خالص 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 رژیم های مختلف آبیاری در شکل (۷) 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 سایه اندازی برگ ها، 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 رژیم های آبیاری تکمیلی، آبیاری در مرحله گلدهی از سرعت فتوسنتز خالص بالاتر و شیب کاهش ملایمتری برخوردار بود که احتمالاً دلیل آن توزیع مناسب تر پوشش گیاهی و بدنبال آن دریافت بهتر تشعشع توسط کانوپی گیاهی است (شکل ۷).

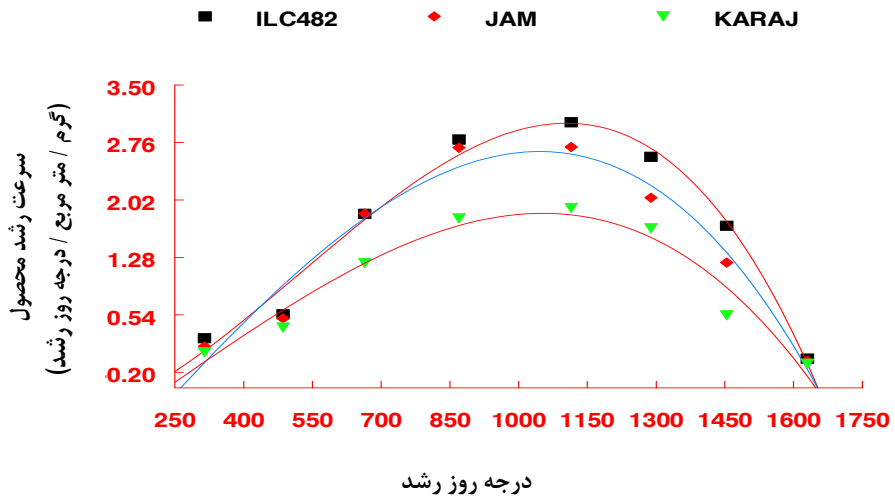


شکل ٤- روند تغییرات شاخص سطح برگ ارقام مختلف نخود در طول فصل رشد



شکل ٥- روند تغییرات سرعت رشد محصول در طول فصل رشد تحت تأثیرسطوح مختلف آبیاری

I_1: آبیاری کامل ، I_2: آبیاری (شاخه دهی) ،I_3: آبیاری (گلدهی) ، I_4: آبیاری (غلافدهی)،I_5: آبیاری (دانه بستن) ،I_6 : دیم کامل.



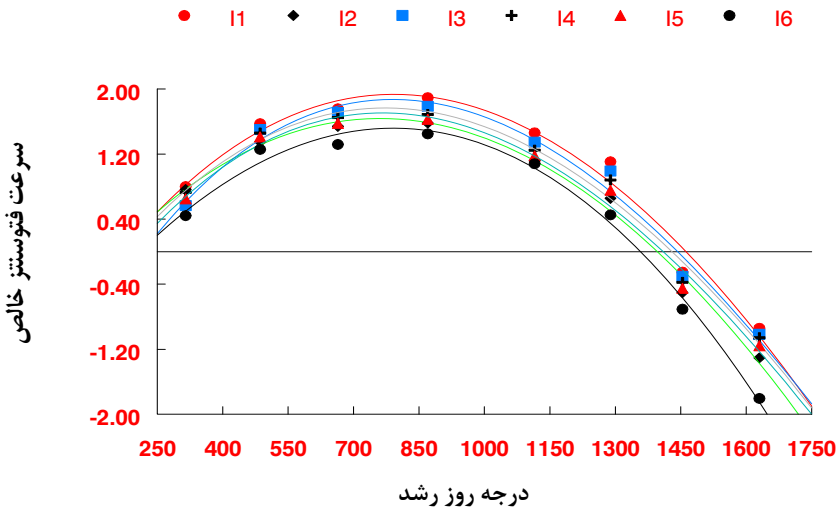
شکل ٦- روند تغییرات سرعت رشد محصول در ارقام مختلف نخود در طول فصل رشد

کوچکی و بنایان اول (۵) اظهار داشتند میزان فتوسنتز خالص با زمان ثابت نمی باشد 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 برگ های جدیدی اضافه می‌شوند به علت سایه اندازی برگها روی یکدیگر وزن خشک بدست آمده به ازای واحد سطح برگ کاهش می‌یابد. منحنی تغییرات سرعت فتوشنتز 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 احتمالا این موضوع به خصوصیات مورفولوژیکی به توزیع هندسی مناسبتر برگ‌های این رقم مربوط می‌شود. بهرحال به نظر می‌رسد که این عامل یکی از دلالیل 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)

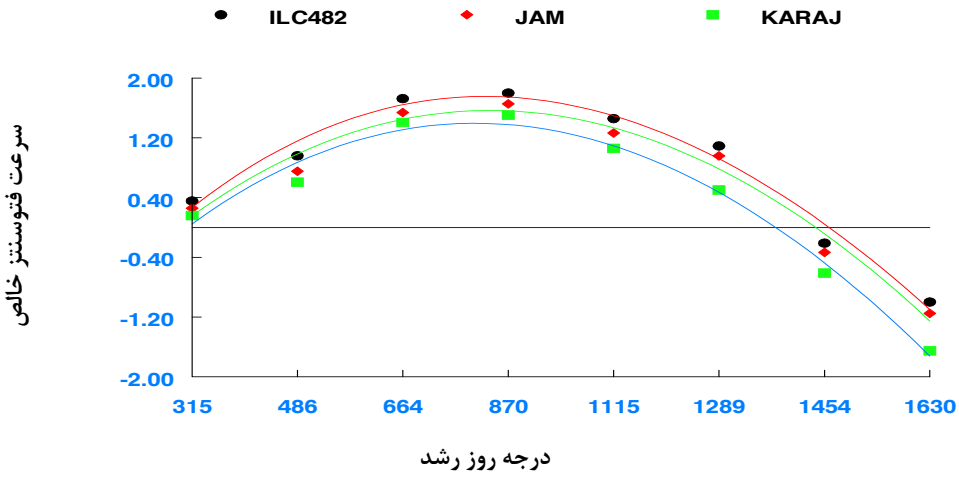
شکل های ۹ و ۱۰ تغییرات سرعت رشد نسبی گیاه نسبت به درجه روزهای رشد را در تیمارهای مختلف آبیاری و سه رقم نخود نشان می‌دهد. در کلیه تیمارها با افزایش سن گیاه، سرعت رشد نسبی کاهش یافته است. در ابتدای فصل رشد، میزان RGR به علت نفوذ نور به داخل جامعه ی گیاهی، سایه اندازی کمتر برگ‌ها و در نتیجه تنفس کمتر ، بالاتر می‌باشد اما با افزایش سن گیاه، سرعت رشد نسبی گیاه کاهش یافت. زیرا بخش‌هایی که به گیاه افزوده می‌شوند، بافت‌های ساختمانی هستند که از لحاظ متابولیکی فعال نبوده و در فتوسنتز نقشی ندارند (۱۳). در مجموع مقدار RGR در تیمارآبیاری 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 متابولیکی 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 گلعذانی و همکاران (۳) نیز حاکی از کاهش سرعت رشد نسبی تحت شرایط کم آبی می‌باشد. مقدرا RGR برای رژیم‌های آبیاری تکمیلی (دانه بستن، شاخه دهی و غلافدهی) در محدوده ی ۱۲۶۵ درجه روز رشد و برای تیمار آبیاری کامل و گلدهی در محدوده ی 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.



شکل۷ - روند تغییرات سرعت فتوسنتز خالص در طول فصل رشد تحت تأثیرسطوح مختلف آبیاری

I_1: آبیاری کامل ، I_2: آبیاری (شاخه دهی) ،I_3: آبیاری (گلدهی) ، I_4: آبیاری (غلافدهی)،I_5: آبیاری (دانه بستن) ،I_6 : دیم

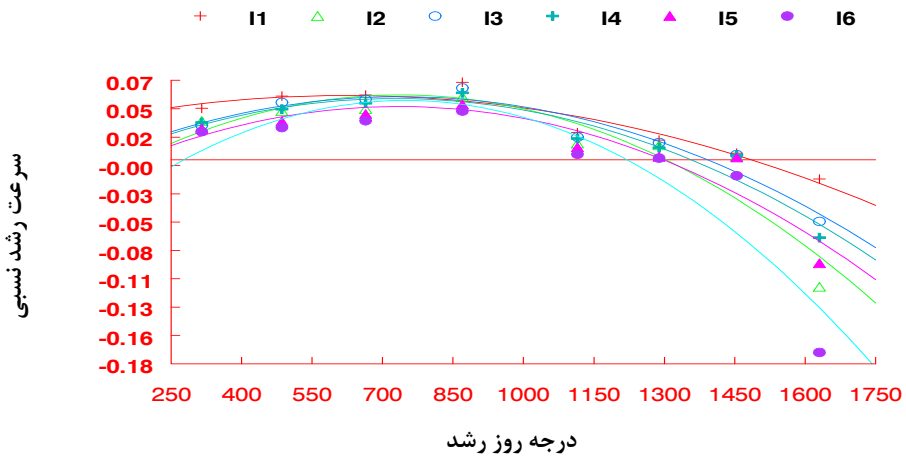


شکل ۸- روند تغییرات سرعت فتوسنتز خالص در ارقام مختلف نخود در طول فصل رشد

همانطور که مشاهده می‌شود سرعت رشد نسبی در پایان دوره رشد به دلیل رسیدگی فیزیولوژیکی دانه و افزایش تنفس دانه‌ها و همچنین کاهش فتوسنتز جاری، منفی است (شکل‌های ۹ و ۱۰). به نظر می‌رسد 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.

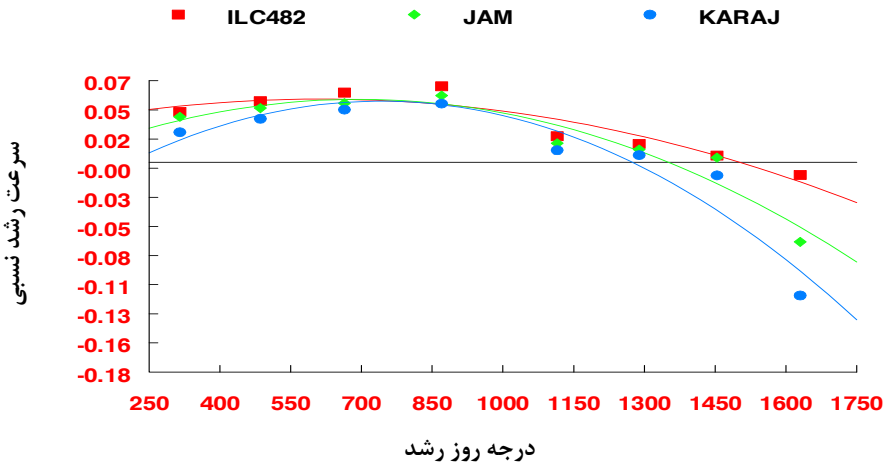
نتیجه گیری

بررسی‌های طولانی‌مدت آمار هواشناسی نشان می‌دهد که توزیع کمّی 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 می‌گیرند و در مرحله رشد زایشی با تنش خشکی نهایی مواجه می‌شوند. 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).



شکل ۹- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در طول فصل رشد تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری

(I_1: آبیاری کامل ، I_2: آبیاری (شاخه دهی) ،I_3: آبیاری (گلدهی) ، I_4: آبیاری (غلافدهی)،I_5: آبیاری (دانه بستن) ،I_6 : دیم)



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

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 احتمالا به خصوصیات 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.

منابع

۱- شبیری، س.، ک. قاسمی گلعذانی، 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 ، شماره۲ ، ص ۳۴-۴۷ .

۲- طلیعی، ع. و ک. صیادیان. ۱۳۷۹. تأثیر آبیاری تکمیلی و تعیین نیاز غذایی در زراعت نخود دیم. مجله علوم زراعی ایران. جلد۲، شماره۳. ص ۶۶-۵۷

۳- قاسمی گلعذانی. 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، جلد۷، شماره های ۱و۲. 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، جلد۲۰، 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 گلعذانی، ع. جوانشیر و م. مقدم. ۱۳۸۵. تأثیر محدودیت آب بر عملکرد سه رقم نخود. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد۱۰، 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 toleramce 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 arientinum* 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 varietes. Asian Jourand of Plant Science. 4:355-357.
26- Zang, H., M. Pala, Y. Oweis and H. Harris. 2000. Water use and water use effieiency of Chickpea and lentil in a mediterrraneam environment. Aus. J. Agric Res. 51: 295-304.