Archive of SID

یافته های نوین کشاورزی
سال سوم- شماره۲- زمستان ۱۳۸۷

مقایسه روند تغییرات شاخص های فیزیولوژیک رشد لوبیا چشم بلبلی و لوبیا تپاری محلی جیرفت در تراکم های گیاهی مختلف

فاطمه درینی *، دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت
حمید مدنی، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک
محمدحسن شیرزادی، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت

چکیده

به منظور مقایسه سه ژنوتیپ لوبیا گرمسیری در شرایط تراکم های مختلف کا شت در منطقه جیرفت از نظر چگونگی تغییرات شاخص های فیزیولوژیک رشد آنها آزمایشی در سال ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت انجام پذیرفت. آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب بلوک های کامل تصادفی و در ٤ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه تراکم ۱۳۳، ۲۰۰ و ٤۰۰ هزار بوته در هکتار به عنوان عامل اصلی و سه ژنوتیپ لوبیا گرمسیری شامل لوبیا چشم بلبلی محلی جیرفت، لوبیا تپاری کرم رنگ و سیاه رنگ به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد بیشترین تجمع ماده خشک به میزان۳۳۰ گرم در متر مربع در ژنوتیپ لوبیا چشم بلبلی پس از دریافت ۱۲۷۰ درجه و کمترین آن حدود ۲۷۷ گرم در متر مربع در لوبیا تپاری سیاه رنگ با دریافت ۱۱۲٤ درجه مشاهده شد. بالاترین شاخص سطح برگ در ژنوتیپ لوبیای تپاری کرم رنگ ٤/٥ و در تراکم ٤۰۰ هزار بوته در هکتار به دست آمد. RGR در ژنوتیپ لوبیا تپاری کرم رنگ در اوایل فصل رشد بیشتر و در اواخر فصل رشد کمتر از دو ژنوتیپ دیگر بود. درهر سه ژنوتیپ حداکثرNAR در حدود ۹۷۰ درجه روز رشد اتفاق افتاد و بعد از آن با گذشت زمان روند تغییرات NAR کاهشی گردید. در تراکم ۱۳۳ هزار هکتار حداکثر میزان NAR برای انواع لوبیا در این بررسی یه دست آمد.

واژه های کلیدی: لوبیا تپاری، لوبیا چشم بلبلی، تراکم بوته، شاخص های رشد

* نویسنده رابط: E-mail: darini_f @yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۸۸/۱۰/۲۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/٤/۲٦

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

محققان فیزیولوژی گیاهی اغلب بیش از اطلاع از نتایج نهایی تولید و عملکرد محصول بـه چگـونگی تغییرات وزن خشک توجه دارند. مطالعه میزان تاثیر عوامل مختلف بر چگونگی رشد و نمـو و عملکـرد گیاهان به نام تجزیه و تحلیل رشد معروف است. مطالعه روند تجمع مـواد فتوسـنتزی خـالص در طـول زمان و یا پس از دریافت دماهای بالاتر از صفر فیزیولوژیک یکی از مهمترین این شاخص هـا اسـت(۸). به طور کلی تمام روش هایی که در تجزیه و تحلیل رشد کمک می کننـد را بـا رسـم نمودارهـای رونـد تغییرات شاخص ههای رشد نشان می دهند(۵). شاخص های رشد گیاهان زراعـی تحـت تـأثیر عوامـل زراعی و از جمله تراکم کاشت قرار می گیرند. تراکم کاشت از طریق تأثیر بر شـدت نـور و نفـوذ آن در جامعه گیاهی بر اغلب شاخص های رشد مؤثر است. در میان شاخص سرعت رشد محصول، سطح برگ و دوام آن اهمیت بیشتری در بررسی های فیزیولوژیکی تولیـد مـاده خـشک گیـاهی دارنـد(۵). یکـی از شاخص مناسب برای تجزیه و تحلیل رشد در جوامع گیاهی شاخص سرعت رشـد گیـاه مـی باشـد کـه نمایانگر میزان تجمع ماده خشک در گیاه در یک واحد زمانی مشخص در واحد سطح برگ مـی باشـد و سرعت رشد جوامع گیاهی در هر گونه معمولاً به میزان دریافت تشعشع نور خورشید بـستگی دارد (۸). سرعت رشد محصول در مراحل اولیه رشد به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و جـذب درصـد کمـی از نور خورشید پایین و با نمو گیاه و توسعه سطح برگ و نفوذ کمتر نور از لابلای جامعه گیاهی بـه سـطح خاک سریعاً افزایش می یابد (۲۹). در برخی موارد در پایان فصل رشد مقدار CGR منفی می گـردد کـه محققین وضعیت مشابهی را برای تغییراتCGR گزارش نموده اند (۲۰، ۲۲ و ۲۸). شاخص سطح بـرگ از طریق تاثیر در جذب تابش خورشیدی، در مقدار جذب تـابش گیـاهی اثـر تعیـین کننـده ای دارد، بـه طوری که در بسیاری از گیاهان با به حداکثر رسیدن سطح برگ در کانوپی، جذب تـابش و بـه دنبـال آن تولید ماده خشک به حداکثر خواهد رسید (۵ و۳۲). نتایج پـژوهش گـاردنر و همکـاران (۱۹) نـشان داد معمولاً شاخص سطح برگ ۳ تا ۵ برای تولید حداکثر ماده خشک در بیشتر محـصولات زراعـی مناسـب است. میزان سرعت رشد نسبی گیاه یا RGR نیز پس از جوانه زنی به کنـدی افـزایش یافتـه و در یـک دوره کوتاه زمانی به سرعت افزایش یافته و پس از آن سیر نزولی نشان می دهـد (۱۳٦۷). سـرعت رشـد نسبی با افزایش رشد و سن گیاه بدلیل افزایش بافت های نگهدارنده ساختمانی و سـایه انـدازی کـاهش می یابد (٦و ۲۱). در اواخر فصل رشد با افزایش ریزش برگ ها حتـی ممکـن اسـت منفـی گـردد. ایـن موضوع توسط کریمی و سیدیک (۱۹۹۱) در مورد گندم گزارش شده و نتیجه مشابهی نیز در مورد سـویا توسط کامرانی (۱۳٦۷) به دست آمده است. با افزایش سن گیاه قسمت عمده ای از ساختمان بافت هـای فعال گیاهی تحلیل رفته و همچنین برگ های تحتانی در سایه قرار گرفته و یـا بـه علـت پیـری قـدرت فتوسنتز خود را از دست می دهند و در نتیجه میزان سرعت رشد نسبی در طول فصل کاهش می یابد (٦

www.SID.ir

Archive of SID

و۲۲). تراکم بوته ٤٠ بوته در متر مربع در اغلب موارد کمترین مقدار RGR را دارا بود. به نظر می رسد دلیل این امر سایه اندازی و رقابت بیشتر بوته ها در این تیمار باشد(۱۰). موسوی و همکاران (۱۳۷۹) در بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم گیاهی بر رشد، اجزاء عملکرد و عملکرد دانه لوبیا قرمز که تیمار اصلی شامل چهار تاریخ کاشت (۸، ۱۸، ۲۸ اردیبهشت و ۸ خرداد) و تیمار فرعی شامل سه تراکم بوته روی ردیف (۱۰، ۲۰ و۳۰ سانتی متر) بود، گزارش نمودند بیشترین شاخص سطح برگ (٤/۲) در تاریخ کاشت هشتم اردیبهشت و با فاصله بوته ۱۰ سانتی متر روی ردیف ها حاصل شد (۱۲). در این زمینه دنمید و همکاران (۱۹٦۲) گزارش کردند با افزایش تراکم بوته از طریق کاهش فواصل بین بوته در روی ردیف کاشت و نیز کاهش فاصله بین ردیف های کاشت ذرت، شاخص سطح برگ افزایش یافت. نینهایس و سینگ (۱۹۸۵) در بررسی تأثیر ٤ تراکم کاشت ۵، ۱۳، ۲۲ و۳۰ گیاه در متر مربع بر خصوصیات ٤ رقم لوبیای معمولی دریافتند منحنی‌های رشد و عملکرد تیپ‌های رشد محدود بدون شکل و در تیپ‌های رشد نامحدود بصورت سهمی است. عملکرد در این نوع نحوه رشد در تراکم بالا (۳۰ گیاه در متر مربع) به هم نزدیک می‌شود و عملکرد تیپ‌های رشد محدود و رشد نامحدود به ترتیب در تراکم‌های۳۰ و ۲۳ گیاه در متر مربع حداکثر بود (۲۷). ترابی جفرودی و همکاران (۱۳۸۱) به منظور بررسی اثرات تراکم کاشت بر برخی از خصوصیات مورفوفیزیولوژیک همچنین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در ارقام لوبیا قرمز گزارش نمودند که شاخص های رشد آنها با کاهش فاصله بین دو بوته در ردیف و یا افزایش تراکم کاشت بر میزان سرعت رشد محصول افزوده می شود (٤). محققین دیگر تأثیر تراکم بوته بر سرعت رشد گیاهان زراعی دیگر مانند لوبیا و سویا را بررسی نموده و افزایش سرعت رشد محصول در تراکم های بیشتر را به افزایش سطح برگ و جذب نور نسبت دادند (۱۸ و۲۵). افزایش بهره وری از عوامل محیطی همراه با افزایش تعداد بوته در واحد سطح سبب افزایش وزن خشک بوته در واحد سطح (۱ و٢٤) و LAI (۱۳ ،۹و٢٤) می شود. همچنین افزایش دو شاخص اخیر به افزایش LAD (٦، ۹ و ٢٤)و CGR (۳و۱۳) منجر می گردد. اما در بعضی مطالعات، تراکم بوته بر RGR (۱۳و١٦) و NAR (۱۳و٢٦) بی تأثیر بوده است. انتظار می رود با افزایش وزن خشک بوته و LAI، سایر شاخص های رشد مانند CGR، RGR و NAR نیز افزایش یابند (٦و۲۲). براین اساس افزایش CGR (۳،۷، ۹، ١٤، ١٥ و ٢٦)، RGR (١٥) و NAR (۳، ١٥ و ٢٦) در اثر کاهش فاصله ردیف کاشت گزارش شده است. افزایش عملکرد دانه تحت فاصله ردیف های نزدیک به هم در لوبیا سفید (۹)، سویا (۲۳) و کلزا (٢٦) به افزایش در شاخص های رشد ربط داده شده است.

با این حال، افزایش بیش از حد در سطح برگ در کانوپی ناشی از افزایش تراکم بوته از طریق تشدید سایه اندازی بوته ها سبب کاهش عملکرد در گیاهان می گردد (۳۱). بنابراین، باید توجه داشت که مدیریت زراعی بویژه تراکم بوته در جهتی باشد که ضمن افزایش جذب نور به وسیله برگ ها، منجر به

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش عملکرد اقتصادی گیاه نیز گردد. درباره تأثیر تراکم کاشت بر شاخص های رشد لوبیا چشم بلبلی و خصوصا لوبیا تپاری در جیرفت مطالعه مشابهی صورت نگرفته و منابع زیادی در دسترس نمی باشد.

مواد و روش ها

این بررسی در تابستان سال ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت واقع در حدود ۲۰ کیلومتری شهرستان جیرفت و در منطقه خضرآباد در عرض جغرافیایی ۲۸ دقیقه و ٤٠ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۵۷ دقیقه و ٤۵ درجه شرقی و در زمینی به مساحت۱۰۰۰ مترمربع انجام شد. ارتفاع شهرستان جیرفت از سطح دریا ٦۲۵/٦ متر، متوسط میزان بارندگی سالیانه ۱۵۰میلی متر، متوسط رطوبت نسبی۵۵ تا ٦۵ درصد، حداکثر درجه حرارت آن ٤۸ درجه سانتی گراد و حداقل درجه حرارت صفر درجه و گاهی در بعضی از سال ها به ندرت به یک تا دو درجه سانتی گراد زیر صفر می رسد. بافت خاک محل اجرای آزمایش لومی شنی و از لحاظ میزان املاح و شوری هیچ گونه محدودیتی نداشت. این آزمایش به شکل مزرعه ای و به صورت اسپلیت پلات در قالب بلوک های کامل تصادفی در ٤ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل تراکم بوته در واحد سطح به عنوان عامل اصلی و سه ژنوتیپ لوبیا گرمسیری شامل لوبیا چشم بلبلی محلی جیرفت[1]، توده لوبیا تپاری کرم رنگ و توده لوبیای تپاری سیاه رنگ با نام علمی *Phaseolus acutifolus* به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. تراکم های مختلف با تنظیم فواصل کشت بذور روی ردیف های کاشتی که مشابه و با فواصل ۵۰ سانتی متر بود یعنی ایجاد فواصل ۵ ،۱۰ و۱۵ سانتی متر بین بوته ها انجام گرفت که معادل٤۰۰، ۲۰۰ و ۱۳۳ هزار بوته در هکتار می شود. برای اطمینان از تراکم مورد نظر بذور با تراکم بیشتر کشت و پس از استقرار کامل بوته ها در مرحله ۳تا ٤ برگی، گیاهچه های اضافه حذف شد. هر کرت آزمایشی شامل ۵ ردیف کاشت به طول ٦ متر و عرض ۲/۵ متر بود. کاشت به صورت دستی و در تاریخ سوم مرداد ماه ۱۳۸۸ در روی پشته ها انجام شد. عملیات داشت شامل آبیاری و کنترل علف های هرز بلافاصله پس از کاشت آغاز شد. با توجه به گرمای شدید هوا در ابتدای دوره رشد آبیاری با فواصل ٤-۳ روز یک مرتبه و به تدریج در طول دوره رشد، دور آبیاری افزایش و به هفته ای یک مرتبه رسید. کنترل علف های هرز در طی ۲ مرحله در تاریخ های ۸۸/۵/۲۵ و۸۸/٦/۲۷ و به صورت مکانیکی انجام شد. همچنین برای مبارزه با کنه از سم حشره کش اورتوس(فن پیروکسیمیت) به میزان ۷۵ سی سی در هکتار در تاریخ ۸۸/٦/۱٤ استفاده گردید. برای تعیین روند تغییرات رشد ژنوتیپ های لوبیای گرمسیری در تیمارهای مختلف تراکم، بعد از ورود به مرحله ٤ برگی هر ۱۲روز یک مرتبه از سه ردیف میانی هر کرت آزمایش با حذف ۰/۵ متر حاشیه از طرفین از کادری به ابعاد ۰/۵ در ۰/۵ متر نمونه یرداری انجام شد، برداشت نمونه ها به صورت دستی انجام گرفت و هر نمونه در پاکت مخصوص با اتیکت کاغذی گذارده شد و به آزمایشگاه منتقل

1- *Vigna sinensis*

www.SID.ir

Archive of SID

گردید. بلافاصله توزین و وزن تر کل یادداشت شد، سپس نمونه های اخیر درون ورقه های آلومینیومی قرار گرفت و به آزمایشگاه خاکشناسی برده شد و در داخل آون با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ٤٨ ساعت خشک و سپس توزین و وزن خشک کل به دست آمده به واحد سطح تبدیل گردید. در طول دوره رشد مجموعاً ۷ بار نمونه برداری انجام گرفت. روند رشد گیاه، براساس درجه روز رشد تجمعی (GDD) براساس فرمول ذیل محاسبه می گردید :

$$GDD = \sum((\text{درجه حرارت روزانه} - \text{حد بالایی درجه حرارت روزانه}) / 2) - (\text{درجه حرارت پایه})$$

که در آن درجه حرارت پایه درجه حرارتی است که بالاتر از آن رشد گیاه شروع می شود،درجه حرارت های حداقل و حداکثر روزانه در طول دوره رشد گیاه از ایستگاه هواشناسی تهیه شد و پس از اصلاح مورد محاسبه قرار گرفت بدین ترتیب که دماهای کمتر از ۱۵ درجه سانتی گراد و درجه حرارت های بالاتر از ۳۵ درجه سانتی گراد تبدیل شده و دماهای بین ۱۵ تا ۳۵ درجه سانتی گراد بدون تغییر مانده و سپسGDD برای هر روز تعیین گردید. برای تعیین شاخص سطح برگ (LAI) از روش وزنی استفاده شد. تمام نمونه برداری ها هر ۱۲ روز یکبار انجام گرفت. پس از جمع آوری داده ها، نمودارها توسط نرم افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

تغییرات ماده خشک کل(TDM)

با توجه به نمودار شماره ۱ ب، روند تجمع ماده خشک کل در همه ژنوتیپ های مورد بررسی (لوبیا چشم بلبلی محلی جیرفت، لوبیا تپاری کرم رنگ و لوبیا تپاری سیاه رنگ) حالت منحنی سیگموئیدی را نشان می دهد، در این رابطه تغییرات وزن ماده خشک تا دریافت ٦٢٠ درجه روز رشد پس از کاشت در هر سه ژنوتیپ روند افزایشی کند و بطئی داشته که در این مرحله میزان تجمع ماده خشک کل در ژنوتیپ لوبیا تپاری کرم رنگ بیشتر از دو ژنوتیپ دیگر بود. سپس از این مرحله به بعد ژنوتیپ های لوبیا تپاری کرم رنگ و سیاه رنگ تا دریافت حدود ۹۷۰ درجه روز رشد، روند صعودی تندتری را طی کرده و در حدود ۱۱۲۰ درجه روز رشد به حداکثر مقدار خود رسید. روند تجمع ماده خشک در ژنوتیپ لوبیا چشم بلبلی در GDD حدود ۱۲۷۰ درجه به حداکثر مقدار خود رسید. اما در اواخر این مرحله شاهد تجمع ماده خشک بیشتری حدود ۳۳۰ گرم در متر مربع در ژنوتیپ لوبیا چشم بلبلی نسبت به دو ژنوتیپ دیگر بودیم که حداکثر میزان تجمع ماده خشک در دو ژنوتیپ دیگر بین۳۰۰-۲۵۰ گرم در متر مربع بود. در نهایت با ادامه دوره رشد و افزایش بیشتر درجه روز رشد از میزان ماده خشک تولیدی کاسته شد. در

www.SID.ir

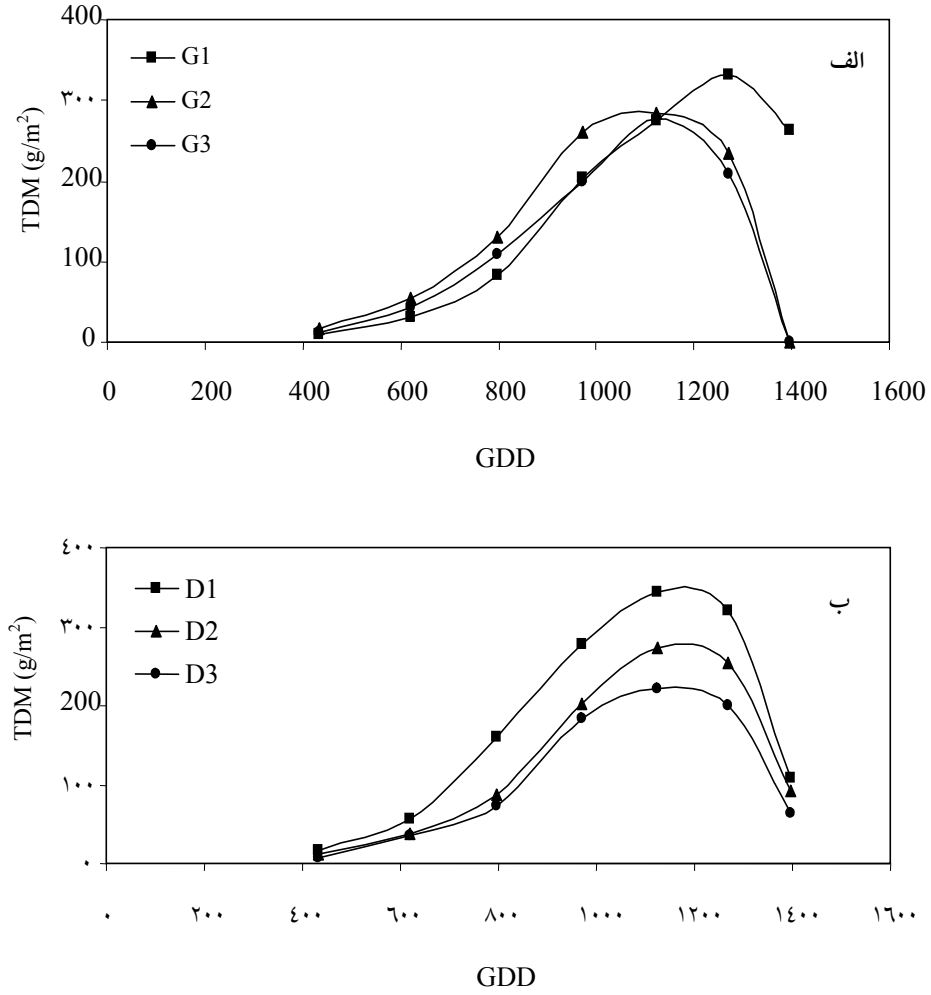
Archive of SID

مراحل اولیه رشد و هنگامی که گیاه هنوز بسیارکوچک بود، افزایش واقعی وزن خشک در روز نیز اندک و ناچیزبود، ولی همزمان با بزرگتر شدن گیاه، ازدیاد وزن گیاه در روز نیز افزایش یافت. البته افزایش لگاریتمی رشد نمی تواند به طور نامحدود ادامه یابد و با فرا رسیدن مرحله رسیدن به علت تکمیل چرخه زندگی رشد متوقف می شود. میزان رشد کم در مراحل اولیه را می توان مربوط به تعداد نسبتاً کم سلول هایی که تقسیم می شوند، کوچک بودن سطح برگ برای دریافت نور و انجام دادن فتوسنتز و شاید درصد نسبتاً زیاد مواد فتوسنتزی که به ریشه ها فرستاده می شود. در ادامه رشد گیاه مناطق مریستمی بیشتری در گیاه ایجاد می شود و همچنین برگهای بیشتری به عنوان منبع انرژی فتوسنتز وارد عمل خواهند شد. بنابراین هر گیاهی ضمن بزرگ شدن، قادر خواهد بود انرژی بیشتری را دریافت و از آن استفاده کند. کاهش میزان رشد در مرحله بلوغ به عوامل متعددی نسبت داده می شود، با زیاد شدن سن گیاه قسمت زیادی ازساختمان گیاه غیرفعال می شود، برگ های تحتانی در سایه قرار گرفته و یا به علت پیری قدرت فتوسنتز خود را از دست می دهند، چنین برگ هایی ریزش می کنند و این امر نشان دهنده از دست دادن وزن خشک است. قسمت های زیادی از گیاه، شامل ساقه و سایر بافت ها، فعالیت متابولیکی کمی دارند و لذا سهم مهمی در رشد ندارند. به علاوه هنگامی که گیاه در مزرعه بزرگ تر می شود، رقابت با گیاهان مجاور برای آب ،مواد غذایی و نور نیز می توانند باعث کاهش رشد شود. چنین به نظر می رسد که ژنوتیپ های مختلف لوبیا محلی گرمسیری از نظر تجمع ماده خشک کل با هم متفاوت می باشند بطوریکه ژنوتیپ لوبیا چشم بلبلی به دلیل دوره رشد طولانی تر نسبت به دو ژنوتیپ دیگر بیشتر توانسته از عوامل محیطی استفاده نماید، به فتوسنتز خود ادامه دهد و در نتیجه مقدار ماده خشک خود را افزایش دهند. تجمع ماده خشک کل در ژنوتیپ های لوبیا تپاری بدلیل زودرسی نسبت به ژنوتیپ لوبیا چشم بلبلی درGDD حدود ۱۱۲۰ به حداکثر مقدار خود رسید. مطابق با شکل ۱ ب، روند تجمع ماده خشک کل بیان کننده این است که در تراکم های مختلف لوبیا در این آزمایش، تراکم ٤۰۰ هزار بوته در هکتار نسبت به تراکم ۲۰۰و۱۳۳ هزار بوته در هکتار از ابتدای رشد دارای میزان تجمع ماده خشک کل بیشتری بوده و این اختلاف کاملاً محسوس است.

اگر روند تجمع ماده خشک کل در تراکم های مختلف را به سه مرحله تقسیم نمائیم در مرحله اول هر سه سطح تراکم تا حدود ٦۲۰ درجه روز رشد یک روند مشابه را طی می کنند و از این مرحله به بعد میزان تجمع ماده خشک فوق العاده افزایش می یابد تا اینکه در GDD حدود ۱۲۰۰ به حداکثر میزان خود می رسد، این روند به یکباره تا اواخر دوره رشد سیر نزولی به خود می گیرد. بیشترین تجمع ماده خشک کل در تراکم ٤۰۰ هزار بوته در هکتار به میزان ۳٦۰ گرم در متر مربع مشاهده شد و حداکثر میزان ماده خشک کل در تراکم۲۰۰و۱۳۳ هزار بوته در هکتار بین۳۰۰-۲۰۰ گرم در مترمربع بود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱- روند تغییرات وزن خشک کل در ژنوتیپ ها (الف) و تراکم های مختلف (ب)
G1: لوبیا چشم بلبلی، G2: تپاری کرم و G3: تپاری سیاه رنگ محلی جیرفت و D1: تراکم۴۰۰، D2: تراکم ۲۰۰ و D3: تراکم ۱۳۳ هزار بوته در هکتار را نشان می دهد.

مشاهده شد که میزان وزن خشک با افزایش تراکم بوته افزایش یافت و به نظر می رسد کـه علـت رونـد افزایشی کند در ابتدای رشد به دلیل عدم استفاده از منابع محیطی بخصوص نور مـی باشـد زیـرا در ایـن فاصله زمانی گیاهان کوچک بوده، سطح برگ کافی تولید ننموده، نور به حد کافی جذب نشده و به زمین برخورد می کند. افزایش سریع تجمع ماده خشک بعد ازاین مرحله به این علـت اسـت کـه در ایـن دوره شاخص سطح برگ زیاد شده، تشعشع وارد به جامعه گیاهی جذب می شود و با توجه بـه اینکـه تجمـع ماده خشک به جذب تشعشع خورشیدی وابسته است تجمع ماده خشک زمانی که شاخص سطح برگ به حد مطلوب خود می رسد، حداکثر می شود و کاهش تجمع ماده خشک بعـد از اوج خـود نیـز بـه دلیـل کاهش سطح فعال فتوسنتزی و ریزش بخشی از اندام های گیاه از جمله برگ است.

www.SID.ir

Archive of SID

محققین دیگر (۱ و۲٤) در پژوهش های خود گزارش کرده اند زیادتر شدن بهره وری از عوامل محیطی همراه با افزایش تعداد بوته در واحد سطح سبب افزایش وزن خشک بوته در واحد سطح گردیده است. انتظار می رود که با افزایش وزن خشک بوته و LAI ، سایر شاخص های رشد مانندCGR، RGR و NAR نیز افزایش یابند (٦و۲۲).

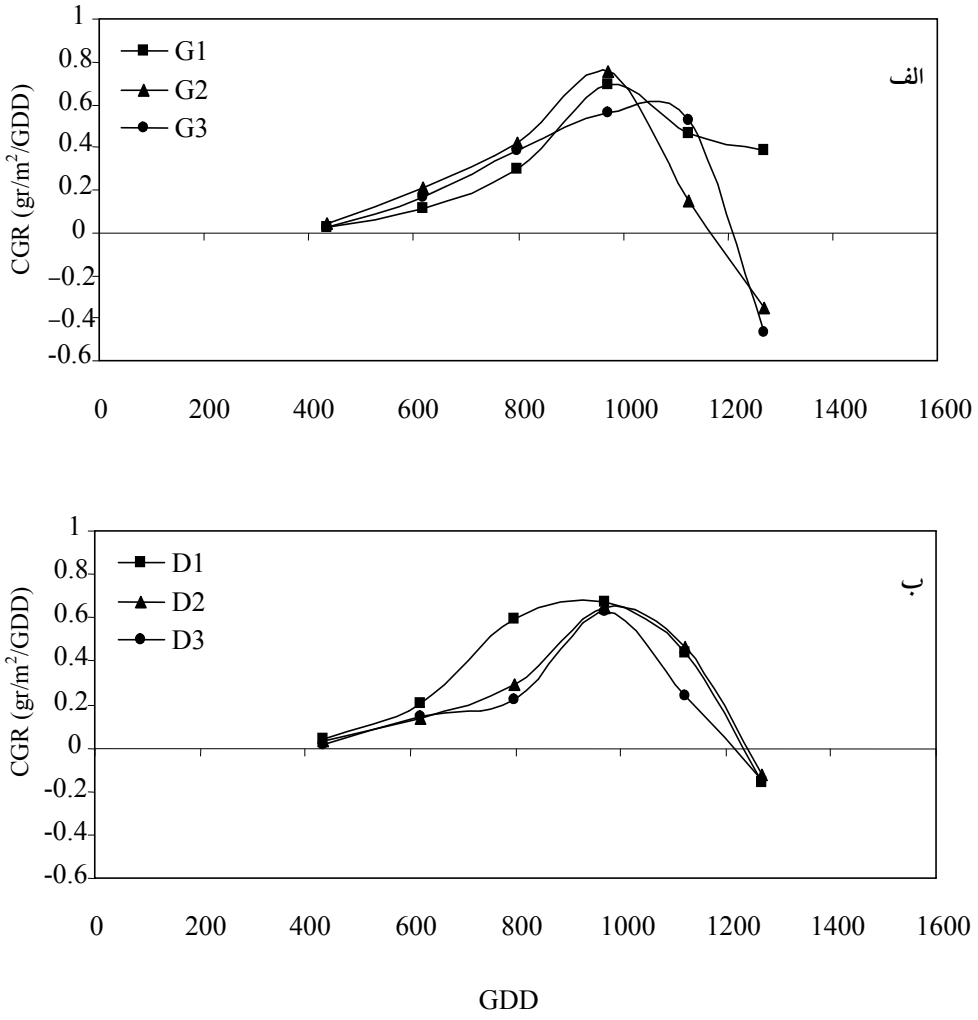
تغییرات سرعت رشد محصول (CGR)

مطابق نمودار شماره ۲ الف، روند تغییرات سرعت رشد محصول برای سه نوع ژنوتیپ لوبیای گرمسیری در این آزمایش به گونه ای است که از ابتدای رشد، ژنوتیپ لوبیا تپاری کرم رنگ از سرعت رشد بیشتری نسبت به دو ژنوتیپ دیگر برخوردار بوده و اختلاف رشد سه ژنوتیپ با دریافت ۱۱۲۰ درجه روز رشد به حداکثر می رسد. بر اساس همین نمودار سرعت رشد این سه نوع ژنوتیپ شامل سه مرحله است. مرحله اول که تا حدود ٦۲۰ GDD ادامه داشته و روند تغییرات کند می باشد، مرحله دوم که در ژنوتیپ های لوبیا تپاری کرم رنگ و لوبیا چشم بلبلی در۹۷۰ GDD و برای لوبیا تپاری سیاه رنگ در ۱۱۲۰ درجه روز رشد به حداکثر می رسد، در مرحله رشد سریع (مرحله دوم) روند تغییرات سرعت رشد در لوبیا تپاری سیاه رنگ تقریباً به صورت خطی افزایش می یابد ودر ادامه، این شاخص تا مرحله برداشت روند نزولی را طی می نماید. برتری سرعت رشد محصول در ژنوتیپ لوبیا تپاری کرم رنگ را می توان به بیشتر بودن مقدار شاخص سطح برگ آن نسبت داد، شاخص سطح برگ بالاتر موجب جذب درصد بیشتری از تشعشع وارد شده به کانوپی گیاه شده و موجبات افزایش سرعت رشد محصول را فراهم می نماید.

نتایج سایر آزمایشات نشان داد ژنوتیپ های دیررس لوبیا نسبت به ژنوتیپ های متوسط رس و زودرس دارای سرعت رشد محصول بیشتری هستند. سرعت رشد محصول تا مرحله گرده افشانی مرتب افزایش یافته و آنگاه بعد از این مرحله روند نزولی به خود گرفته و سرعت رشد محصول در مرحله رسیدگی دانه به صفر می رسد و درپاره ای از موارد نیز منفی می شود. همچنین نمودار ۲ ب، روند تغییرات سرعت رشد محصول برای لوبیا در تراکم های مختلف را نشان می دهد. در این آزمایش، تراکم ٤۰۰ هزار بوته در هکتار نسبت به سایر سطوح تراکم از ابتدای رشد دارای سرعت رشد بیشتری بوده که این اختلاف کاملاً محسوس است. اگر روند تغییرات سرعت رشد محصول را به سه مرحله تقسیم نمائیم در مرحله اول روند تغییرات سرعت رشد محصول نسبتاً کند و بطئی است. در سطح تراکم ٤۰۰ هزار بوته در هکتار تا دریافت ٦۲۰ درجه روز رشد و در تراکم۲۰۰ و ۱۳۳ هزار بوته در هکتار این روند تا دریافت ۷۹۰ درجه روز رشد ادامه داشته و از این مرحله به بعد سرعت رشد محصول فوق العاده افزایش یافته تا اینکه با دریافت ۹۷۰ درجه روز رشد برای هر سه سطح تراکم به حداکثر میزان خود رسیده و این روند به یکباره تا اواخر دوره رشد روند نزولی به خود می گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۲- روند تغییرات سرعت رشد محصول در ژنوتیپ ها (الف) و تراکم های مختلف (ب).
G1: لوبیا چشم بلبلی، G2: تپاری کرم و G3: تپاری سیاه رنگ محلی جیرفت و D1: تراکم۴۰۰، D2: تراکم ۲۰۰ و D3: تراکم ۱۳۳ هزار بوته در هکتار را نشان می دهد.

همان طور که ملاحظه می شود درتراکم ٤٠٠ هزار بوته در هکتار حداکثر استفاده از منابع آب و مواد غذایی در واحد سطح صورت گرفته و تجمع ماده خشک نیز قابل توجه بوده ولی در تراکم ۱۳۳ هزار بوته در هکتار به واسطه این که تعداد بوته در واحد سطح کمتر بوده نتوانسته از منابع موجود حداکثر استفاده را داشته باشد و در نتیجه CGR کمتری نسبت به سایر تراکم ها نشان داده است. این نتایج با مطالع ترابی جفرودی و همکاران (۱۳۸۱) و دیگر محققین که گزارش نمودند با افزایش تراکم کاشت بر میزان سرعت رشد محصول افزوده می شود مطابقت دارد. همچنین سایر محققین تأثیر تراکم بوته بر سرعت رشد محصول لوبیا و سویا را بررسی نموده و افزایش سرعت رشد محصول در تراکم های بیشتر

www.SID.ir

Archive of SID

را به افزایش سطح برگ وجذب نور نسبت داده اند (۱۸ و۲۵). همچنین نمودار۲ ب، مؤید آن است که افزایش سرعت رشد محصول به علت زیاد شدن سطح برگ می باشد. زیرا برگ ها عامل مهمی در فتوسنتز و افزایش ماده خشک می باشند اما از آنجا که CGR علاوه برLAI به NAR که کارایی فتوسنتز محسوب می شود نیز بستگی دارد لذا هنگامی که LAI خیلی زیاد می شود به علت سایه اندازی برگ ها بر روی یکدیگر، NAR به شدت کم می شود و در نتیجه سرعت رشد محصول نیز شروع به کاهش می نماید، کاهش سرعت رشد محصول را تا نزدیک صفر می توان به دلیل کاهش فتوسنتز خالص و همچنین مصرف مواد ذخیره شده در مسیر تنفس دانست.

تغییرات شاخص سطح برگ (LAI)

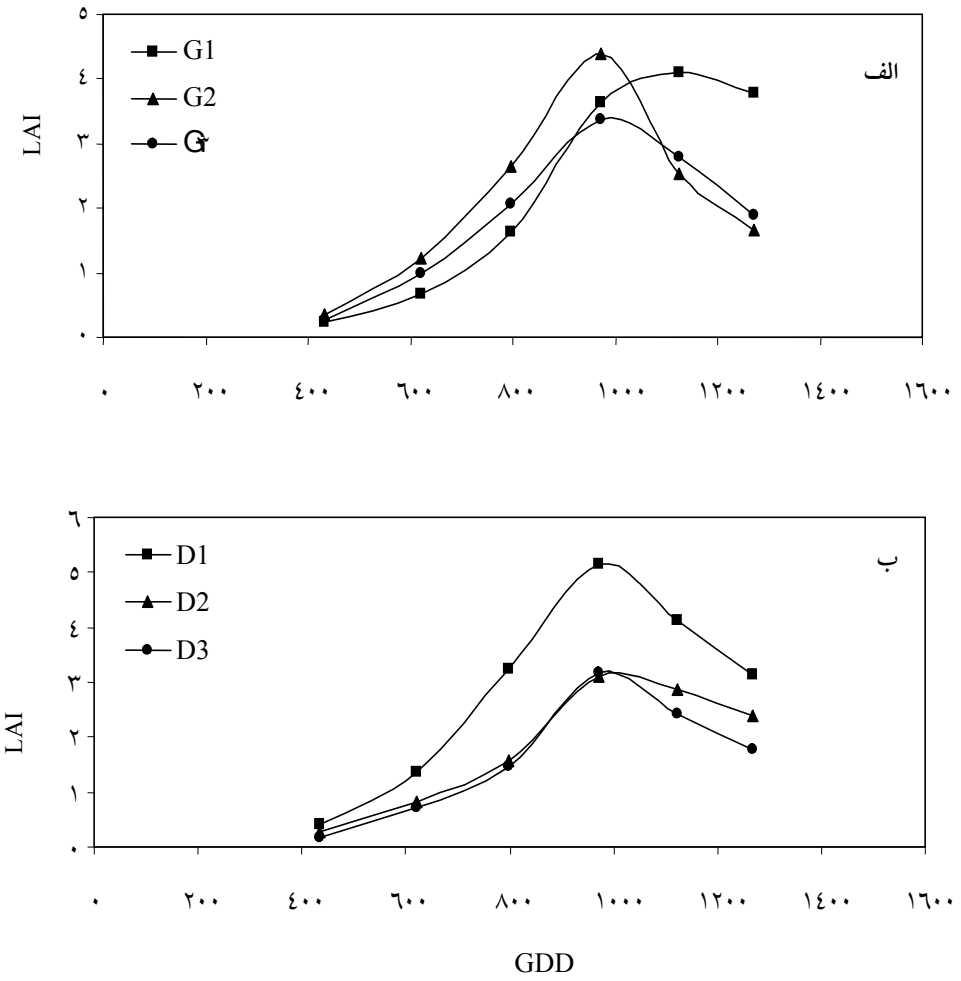
روند تغییرات شاخص سطح برگ برای هر سه ژنوتیپ لوبیای گرمسیری مورد کاشت در این آزمایش در شکل ۳ الف، نشان داده شده است. تغییرات این شاخص به گونه ای است که شاخص سطح برگ در دو ژنوتیپ لوبیای تپاری کرم رنگ و سیاه رنگ بعد از دریافت حدود ۹۷۰ درجه روز رشد و ژنوتیپ لوبیای چشم بلبلی بعد از دریافت حدود ۱۱۲۰ درجه روز رشد به حداکثر رسید. مراحل تغییرات شاخص سطح برگ در این سه ژنوتیپ در مرحله اول تا دریافت حدود ٦۲۰ درجه روز رشد تغییرات بسیار بطئی و غیر محسوسی داشت. در این مرحله ژنوتیپ لوبیای تپاری کرم رنگ از دو ژنوتیپ دیگر در توسعه سطح برگ در مزرعه موفق تر بوده و ژنوتیپ های لوبیای تپاری سیاه رنگ و لوبیا چشم بلبلی در رتبه های بعدی قرار داشتند. در مرحله دوم روند تغییرات شاخص سطح برگ تغییرات محسوس تری داشت. در دو ژنوتیپ لوبیا تپاری کرم رنگ و سیاه رنگ تا دریافت۹۷۰ درجه روز رشد و در ژنوتیپ لوبیا چشم بلبلی تا دریافت ۱۱۲۰ درجه روز رشد تغییرات صعودی ادامه داشت. در این مرحله هم بالاترین شاخص سطح برگ (حدود٤/٥) در ژنوتیپ لوبیای تپاری کرم رنگ و ژنوتیپ های لوبیای چشم بلبلی و لوبیای تپاری سیاه رنگ در رتبه های بعدی قرار داشتند. در مرحله سوم تغییرات شاخص سطح برگ نیز که بعد از به حداکثر رسیدن این شاخص شروع می شود، روند تغییرات آن در سه ژنوتیپ سیر نزولی پیدا می کند. نتایج پژوهش گاردنر و همکاران (۱۹) نشان داد که شاخص سطح برگ ۳ تا ٥ برای تولید حداکثر ماده خشک در اغلب محصولات زراعی مناسب است.

مطابق نمودار شماره ۳ب، روند تغییرات شاخص سطح برگ در تراکم های بکار رفته در این آزمایش به گونه ای است که در تراکم ٤۰۰ هزار بوته در هکتار بالاترین شاخص سطح برگ در GDD حدود۷۹۰ به فراتر از ٥ می رسد. در سایر تراکم ها می توان روند تغییرات شاخص سطح برگ را به سه مرحله تقسیم نمود که در مرحله اول یعنی تا GDD حدود٦۲۰ هر سه تیمار تراکم روند تغییرات مشابه دارند و در همین مرحله هم اختلاف تراکم ٤۰۰ هزار بوته در هکتار با سایر سطوح تراکمی کاملاً محسوس است و در مرحله دوم که تا GDD حدود ۹۷۰ ادامه دارد شاخص سطح برگ به حداکثر می رسد و میزان

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص سطح برگ در این مرحله برای تراکم۴۰۰ هزار بوته در هکتار فراتر از ۵ رفته و برای سایر تراکم ها بین ٤-۳ می باشد.



شکل۳- روند تغییرات شاخص سطح برگ در ژنوتیپ ها (الف) و تراکم های مختلف (ب)

G1: لوبیا چشم بلبلی، G2: تپاری کرم و G3: تپاری سیاه رنگ محلی جیرفت و D1: تراکم۴۰۰، D2: تراکم ۲۰۰ و D3: تراکم ۱۳۳ هزار بوته در هکتار را نشان می دهد.

از این مرحله به بعد شاهد روند نزولی شاخص سطح برگ تا پایان مرحله داشت برای هر سه سطح تراکم خواهیم بود.ملاحظه می شود در تراکم های بالا به علت تعداد بیشتر بوته در واحد سطح، جامعه گیاهی سطح برگ بیشتری تولید نموده است. احتمالا روند نزولی شاخص سطح برگ از ۹۷۰ درجه روز رشد به بعد به این علت بود که برگ های جامعه گیاهی زرد و پیر شده و شاخص سطح برگ شروع به کاهش می نماید. نتایج با مطالعه موسوی و همکاران (۱۳۷۹) که گزارش نمودند بیشترین شاخص سطح برگ (٤/۲) در بالاترین تراکم بوته حاصل شد منطبق است (۱۲).

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش بهره وری از عوامل محیطی همراه با افزایش تعداد بوته در واحد سطح سبب افزایش LAI می شود (۹، ۱۳ و ٢٤).

در این زمینه دنمید و همکاران (۱۷) گزارش کردند با افزایش تراکم بوته از طریق کاهش فواصل بین بوته در روی ردیف کاشت و نیز کاهش فاصله بین ردیفهای کاشت ذرت ، شاخص سطح برگ افزایش یافت که با نتایج به دست آمده از این مطالعه مطابقت دارد.

تغییرات سرعت رشد نسبی (RGR)

با توجه به شکل ٤ الف بعد از استقرار گیاه، میزان سرعت رشد نسبی مرتباً با گذشت زمان کاهش می یابد و روند تغییرات آن نزولی می شود. میزان سرعت رشد نسبی در اوایل فصل رشد بیشتر است که در واقع نمایانگر رشد سریع تر گیاه در اوایل فصل رشد می باشد. همان طور که ملاحظه می شود روند تغییرات سرعت رشد نسبی در ژنوتیپ لوبیا تپاری کرم رنگ در اوایل فصل رشد بیشتر از دو ژنوتیپ دیگر است و به ترتیب ژنوتیپ لوبیا تپاری سیاه رنگ و لوبیا چشم بلبلی در رتبه های بعدی قرار دارند. تغییرات روند سرعت رشد نسبی در دو ژنوتیپ لوبیا تپاری کرم رنگ وسیاه رنگ در GDD حدود ۱۲۰۰ و در ژنوتیپ لوبیا چشم بلبلی درGDD حدود ۱٤۰۰ درجه روز رشد تقریباً صفر شد. علت آن نزدیک شدن به مرحله رسیدن فیزیولوژیک دانه ها و ادامه تنفس دانه ها و کاهش فتوسنتز می باشد. در اواخر فصل رشد به علت ریزش برگ ها حتی میزان سرعت رشد نسبی لحظه ای منفی می شود. با گذشت زمان طبعاً وزن گیاه بالا می رود اما نسبت بافت های مرده افزایش و علاوه بر آن برگ های پایینی گیاه در سایه قرار گرفته و از تشعشعات خورشیدی استفاده کامل نمی برند. نمودار ٤ب، نشان می دهد که در تراکم بیشتر و در اوایل فصل رشد بیشترین مقدار را داشته و این شاخص برای هر سه تراکم در حدود ۱۲۷۰ درجه روز رشد تقریباً به صفر می رسد.

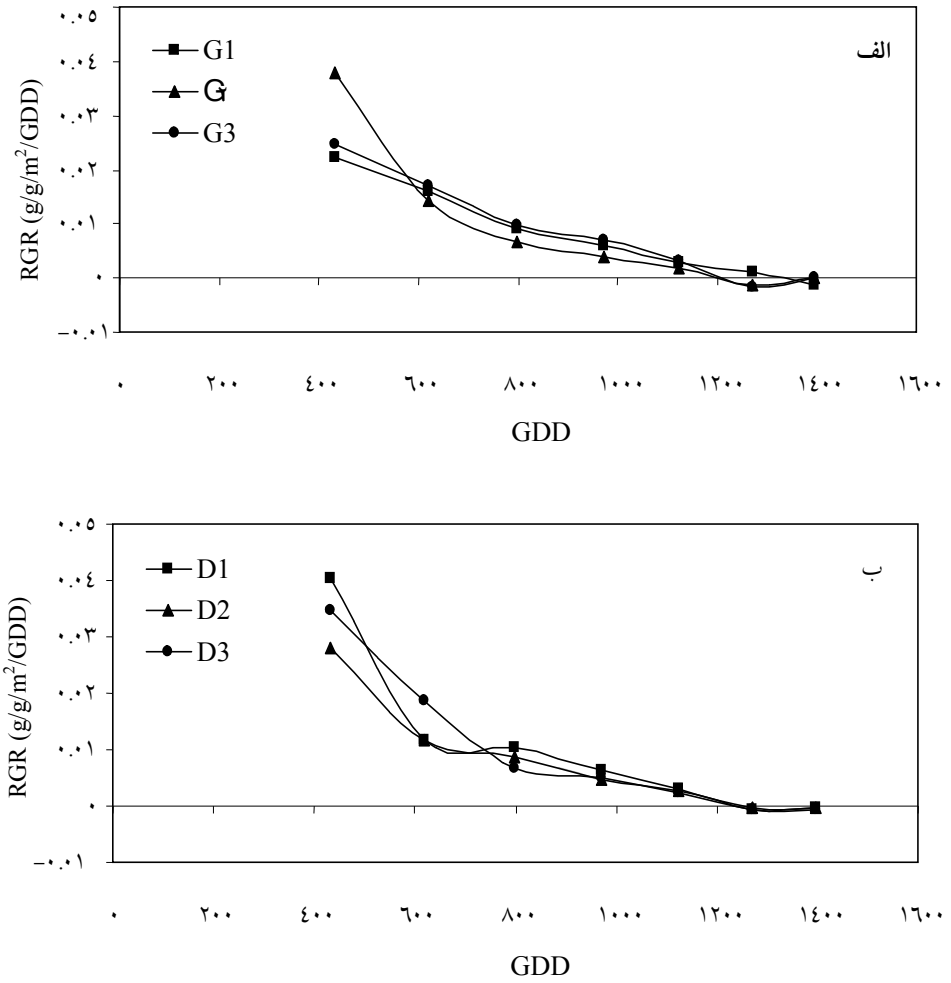
میزان سرعت رشد نسبی پس از جوانه زنی به کندی افزایش یافته و در یک دوره کوتاه زمانی به سرعت افزایش یافته و پس از آن سیر نزولی نشان می دهد (٦). این موضوع توسط وسیدیک (۲۲) در مورد گندم گزارش شده و نتیجه مشابهی نیز در مورد سویا نیز توسط کامرانی (۱۳٦۷) به دست آمده است.

تغییرات سرعت جذب خالص(NAR)

شکل ۵ الف، روند تغییرات شاخص سرعت جذب خالص را برای ژنوتیپ های مختلف مقایسه می کند. همانطور که مشاهده می شود در ابتدای فصل رشد تغییرات سرعت جذب خالص تقریباً ثابت بوده، وقتی سرعت جذب خالص به حداکثر خود می رسد گیاه در اوج رشد رویشی است و بعد از آن به سرعت کاهش یافته و حتی منفی می شود.

www.SID.ir

Archive of SID

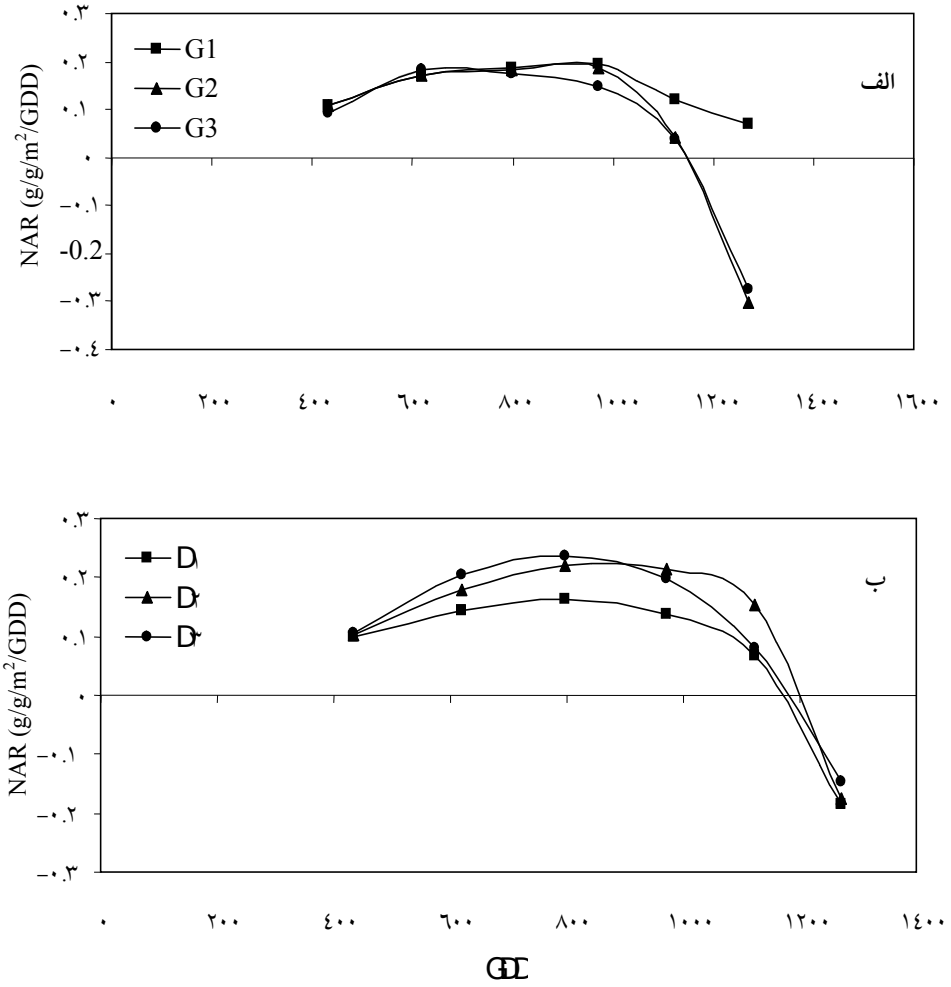


شکل٤- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در ژنوتیپ ها (الف) و تراکم های مختلف (ب)
G1: لوبیا چشم بلبلی، G2: تپاری کرم و G3: تپاری سیاه رنگ محلی جیرفت و D1: تراکم٤۰۰، D2: تراکم ۲۰۰ و D3: تراکم ۱۳۳ هزار بوته در هکتار را نشان می دهد.

مطابق نمودار ۵ الف، در ابتدای فصل رشد در هر سه ژنوتیپ روند تغییرات سرعت جذب خالص به صورت یکنواخت و مشابه بوده و در پایان فصل رشد، ژنوتیپ لوبیا چشم بلبلی دارای بیشترین و ژنوتیپ های لوبیا تپاری دارای کمترین میزان سرعت جذب خالص بود. در هر سه ژنوتیپ لوبیای گرمسیری مورد کشت در این آزمایش حداکثرNAR بعد از دریافت ۹۷۰ درجه روز رشد اتفاق افتاد. سپس با گذشت زمان روند تغییرات سرعت جذب خالص کاهش می یابد که شاید دلیل کاهش سرعت جذب خالص با گذشت زمان سایه اندازی برگ ها روی هم و همچنین مسن شدن برگ ها و در نتیجه کاهش کارایی فتوسنتز گیاه است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۵- روند تغییرات سرعت جذب خالص در ژنوتیپ ها (الف) و تراکم های مختلف (ب)
G1: لوبیا چشم بلبلی، G2: تپاری کرم و G3: تپاری سیاه رنگ محلی جیرفت و D1: تراکم۴۰۰، D2: تراکم ۲۰۰ و D3: تراکم ۱۳۳ هزار بوته در هکتار را نشان می دهد.

مطابق شکل ۵ ب، در هر سه سطح تراکم مورد استفاده در این آزمایش نیز میزان سرعت جذب خالص در حدود۷۹۰ درجه روز رشد به حداکثر مقدار خود رسید. بطوریکه که تا این مرحله سطح تراکم ۱۳۳ هزار بوته در هکتار حداکثر میزان سرعت جذب خالص را داشت و بعد از آن فاصله ۴۰۰ و ۲۰۰ هزار بوته در هکتار در رتبه های بعدی قرار داشتند. بعد از این مرحله میزان سرعت جذب خالص شروع به کاهش می نماید که بین تراکم های۲۰۰ و ۴۰۰ هزار بوته در هکتار کمترین میزان سرعت جذب خالص را داشت. از آنجا که تعداد بوته در واحد سطح در تراکم ۱۳۳ هزار بوته در هکتار و در پی آن تعداد برگ کمتر است سایه اندازی برگ ها کمتر شده و از طرفی نور بیشتری نفوذ می کند و میزان تجمع ماده

www.SID.ir

Archive of SID

خشک در تک بوته نیز افزایش می یابد. بنابراین کارایی فتوسنتز جامعه گیاهی بیشتر است در تراکم های بیشتر نیز به دلیل فراوانی اندام های هوایی و برگ بیشتر سایه اندازی نیز بیشتر و نقش برگ های پایینی در فتوسنتز کمرنگ می گردد. بنابراین کارایی فتوسنتز جامعه گیاهی کم و سرعت جذب خالص در سطح پایین تری قرار دارد. بطورکلی افزایش تراکم بوته در واحد سطح که باعث کاهش رسیدن تشعشع خورشیدی به کانوپی گیاه شده باعث کاهش سرعت جذب خالص می گردد. در این بررسی سیر نزولی سرعت جذب خالص در تراکم های مختلف نیز به علت افزایش نسبی سایه اندازی برگ ها روی هم و کاهش تدریجی کارایی فتوسنتز می باشد.

منابع

۱- **آذری، آ. و خواجه پور، م. ر. ۱۳۸٤.** اثر آرایش کاشت بر رشد، نمو، اجزای عملکرد و عملکرد دانه در کشت بهاره گلرنگ، توده محلی کوسه اصفهان. علوم وفنون کشاورزی و منابع طبیعی ۹(۳): ۱۳۱-.۱٤۲

۲- **احسان زاده، پ. و زارعیان بغداد آبادی، ع. ۱۳۸۲.** اثر تراکم بوته بر عملکرد، اجزاء عملکرد و برخی ویژگی ها ی رشد دو رقم گلرنگ در شرایط آب و هوایی اصفهان، ۱۳۷۸، مجله علوم وفنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال هفتم، شماره اول، بهار ۱۳۸۲.

۳- **احمدوند،گ. و کوچکی، ع.** اثر تراکم و آرایش کاشت بر عملکرد و خصوصیات فیزیولوژیک سویا به عنوان کشت دوم در مشهد. علوم و صنایع کشاورزی ۱۲ (۱) : ۱۵-۲۱.

٤- **ترابی جفرودی، آ.، حسن زاده، ع. و فیاض مقدم ، ا. ۱۳۸۱.** اثرات تراکم کاشت بر برخی از خصوصیات مورفوفیزیولوژیک در دو رقم لوبیا قرمز، مجله پژوهش وسازندگی در زراعت وباغبانی، شماره ۷٤، بهار ۱۳۸٦.

۵- **سرمد نیا، غ. ح. و کوچکی، ع. ۱۳٦۸.** فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد.

٦- **کامرانی، ر. ۱۳٦۷.** ارزیابی عملکرد و شاخص های رشد دو رقم سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۷- **کشیری، م.، لطیفی، ن. و قاسمی، م. ۱۳۸۲.** تجزیه وتحلیل ارقام گلرنگ با آرایش های مختلف کاشت در شرایط دیم. علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۰(٤) : ۸۵-۹٤.

۸- **کوچکی، ع. و سرمدنیا، غ. ح. ۱۳۷۷.** فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، صفحه ۲۵۰.

۹- **لبافیان، ع. ح. ۱۳۷٤.** بررسی اثر فواصل ردیف کاشت و تراکم بوته بر شاخص های رشد عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوبیا سفید لاین آزمایشی ۱۱۸۰۵. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۱۰- **لطیفی، ن. و نواب پور، س. ۱۳۷۷.** واکنش شاخص های رشد و عملکرد دانه دو رقم لوبیا چیتی به فاصله ردیف و تراکم بوته، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۱، شماره ۲، سال ۱۳۷۹.

۱۱- **محمدی نیکپور، ع. ر. و کوچکی، ع. ۱۳۷۸.** بررسی اثرات تاریخ کاشت بر شاخص های رشد عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ. علوم و صنایع کشاورزی ۱۳(۱) : ۷-۱۵.

www.SID.ir

Archive of SID

۱۲- موسوی، س. ه.، فتحی، ق. و دادگر، م.ع. ۱۳۷۹. اثر تاریخ کاشت و تراکم گیاهی بر رشد، اجزاء عملکرد و عملکرد دانه لوبیا قرمز، اوّلین همایش ملّی حبوبات، ۲۹ و ۳۰ آبان ۱۳۸٤- مشهد مقدس- پژوهشکدهٔ علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد،صفحه۳۱.

13- Biswas, D. K., Haque, M. M., Hamid, A., Ahmed, J. U. and Rahman, M. A. 2002. Influence of plant population density on growth and yield of two black gram varieties. Pakestan. J. Agron. 1(2-3) : 83-85.

14- Board, J. E., Harville, B. G. and Saxton, A. M. 1990. Branch dry weight in relation to yield increases in narrow-row soybean. Agron. J. 82:540-544.

15- Bullock, D. G., Nielsen, R. L. and Nyquist, W. E. 1988. A growth analysis comparison of corn grown in conventional and equidistant plant spacing. Crop Sci. 28: 254-258.

16- Clawson, K. L., Specht, J. E. and Blad, B. L. 1986. Growth analysis of soybean isolines differing in pubescence density. Agron. J. 78:164-172.

17- Denemead, O. T., Fritshen, L. J. and Shaw, R. H. 1962. spatial distribution of net radiation in a corn field. Agron. J. 54:505-510

18- Enyi , B. A. C. 1973. Effect of plant population on growth and yield of soybean. J. Agric. Sci.(camb.)81:130-138.

19- Gardner, F. P., Vall, R. and Mcclud, D. E. 1990. Yield characteristics of ancient races of maize compared to a modern hybrid. Agron. J. 82:864-868

20- Hegde , D. M. H. and Saraf, C. S. 1982. Growth analysis of pigeon pea in pur and inter cropped stands with different other grain legumes.

21- Howell, T. A. 1990. Grain dry matter Yeild relationships for winter wheat and grain sorghume – South H.P. Agron. J.82: 914.918.

22- Karimi, M. and siddique, K. H. M. 1991. Crop growth and relative growth rate of old and modern wheat cultivars. Aust J.Agric.Res.

23- Liu, X., Jin, J., Herbert, S. J., Zhang, Q. and Wang, G. 2005. Yield components, dry matter, LAI and LAD of soybean in northeast China. Field Crop Res. 93:85-93.

24- Lopez-Bellido, L., Fuentes, M. and Castillo, J. E. 2000. Growth and yield of white lupine under Mediterranean conditiones : effect of plant density. Agron. J. 92: 200-205.

25- Luas, E. O. and Milborn, G. M. 1976. The effect of density of planting on the growth of two Phaseolus vulgaris varieties in England. J.Agri. Si.(camb.)86:89-99.

26- Morrison, M. J., McVetty, P. B. E. and Scarth, R. 1990. Effect of altering plant density on Growth characteristics of summer rape. Can. J. plant Sci.70:139-149.

27- Nienhuis, J. and Singh, S. P. 1985. Effects of location and plant density on yield and architectural traits in dry bean. Crop Sci. 25: 579-584.

28- Pilbeam, C. J., Helbbleth, P. D. W., Nyongesa, T. E. and Ricketts, H. E. 1991. Effect of plant Population density on determinate forms of winter field beans (*Vicia faba*) 2. Growth and development. J. of Agric. Sci.Camb. 116: 388 –393

29- Ray ford, P. J. 1967. Growth analysis formulate – their use and abuse. crop Sci. 7: 17 –175

30- Sivakumar, M.V. K. and shaw, R. H. 1978. Method of growth analysis in field-grown soybean (Glycin max L.). Ann. Bot.42:213-222

31- Stinson, H. D. and Moss, D. N. 1960. Some effects of Shade upon corn hybrids tolerant and intolerant of density planting. Agron. J. 52:482-484

32- Tetio-Kagho, F. and Gardner, F. P. 1988. Responses of maize to plant population density. 1. Canopy development, light relations, and vegetative growth. Agron. J.80:930-935

www.SID.ir