

اثر تاریخ کاشت و تراکم بر عملکرد علوفه ارزن دم روباهی (*Setaria italica*)

فرزانه صفری^۱، *سرا... گالشی^۲، نورمحمد تربتی‌نژاد^۳ و سیدافشین مساوات^۴

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، آستاد گروه زراعت، دانشگاه

علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ^۲ دانشیار گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

^۳ مربی پژوهشی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان

تاریخ دریافت: ۸۶/۳/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۷/۱۶

چکیده

به منظور تعیین بهترین تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد علوفه ارزن دم روباهی آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با آرایش فاکتوریل با ۴ تکرار در سال ۱۳۸۴ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان انجام گرفت. فاکتور اول تاریخ کاشت شامل سه تاریخ کاشت (۱، ۱۶ و ۳۱ تیر) و فاکتور دوم تراکم بوته (۳۰، ۴۵ و ۶۰ بوته در مترمربع) در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد با افزایش تراکم بوته عملکرد علوفه (تر و خشک) در واحد سطح افزایش یافت. به طوری که بالاترین عملکرد (علوفه تر ۳۵۶۲۸ و علوفه خشک ۱۳۴۹۴ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تراکم ۶۰ بوته در مترمربع بود. با تأخیر کاشت عملکرد علوفه (تر و خشک) در واحد سطح کاهش یافت. بالاترین عملکرد مربوط به تاریخ کاشت اول (علوفه تر ۳۷۰۱۱ و علوفه خشک ۱۲۸۳۳ کیلوگرم در هکتار) بود. اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بر عملکرد علوفه ارزن دم روباهی معنی‌دار نبود. با افزایش تراکم ماده خشک کل، سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ و نسبت سطح برگ افزایش و سرعت جذب خالص و سرعت رشد نسبی کاهش یافت. همچنین با تأخیر در کاشت ماده خشک کل، سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ، نسبت سطح برگ، سرعت جذب خالص و سرعت رشد نسبی کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: تاریخ کاشت، تراکم، ارزن دم روباهی

مقدمه

مصر نیز به زمان‌های خیلی دور باز می‌گردد. روش‌های صحیح مدیریت زراعی برای استفاده حداکثر از ظرفیت محیط برای تولید گیاهان امری بسیار مهم بوده و تعیین مناسب‌ترین شرایط رشد می‌تواند در راستای افزایش عملکرد و به حداکثر رسانیدن بهره‌وری از محیط مورد نظر باشد. یکی از عوامل مهم در تصمیم‌گیری‌های زراعی به منظور دستیابی به عملکردهای بالا همراه با کیفیت

گیاه ارزن دم روباهی با نام علمی *Setaria italica* L. دارای دانه‌های خیلی کوچک بوده و در بین غلات به غله دانه‌ریز معروف است. این گیاه در ایران و دیگر کشورهای که سابقه تاریخی زیادی دارند و همچنین در مناطق گرمسیر به مقدار زیاد کشت شده و زراعت آن در

مناسب، تعیین مناسب‌ترین زمان کاشت و تراکم مطلوب بوته است (خادم حمزه و کریمی، ۱۹۹۴).

در کشورهای آفریقای جنوبی ارزن دم روباهی را جهت تولید علوفه در نیمه خرداد ماه کاشته و معمولاً از کاشت آن در اوایل خرداد ماه خودداری می‌کنند (دیوید، ۲۰۰۳). در پژوهشی که به منظور اثر تاریخ کاشت گندم بر روی ماده خشک انجام شد مشخص گردید که با تأخیر در کاشت تولید ماده خشک کاهش و کیفیت علوفه بالا رفت (آرون و همکاران، ۲۰۰۵). اثر تاریخ کاشت که بر روی عملکرد ارزن علوفه‌ای انجام شد نشان داد که با تأخیر در کاشت، عملکرد کاهش می‌یابد. کوتاه بودن فصل رشد ارزن می‌تواند باعث نوسانات در عملکرد شده و در مدیریت مشکل ایجاد نماید (رناتو، ۲۰۰۱). با افزایش تراکم بوته ارزن دم روباهی از ۲۰ تا ۴۰ بوته در مترمربع، وزن هزار دانه و عملکرد تک بوته کاهش و ارتفاع بوته افزایش یافت. در حالی که با افزایش تراکم بوته، عملکرد در واحد سطح افزایش یافت (شکاری، ۱۳۸۱). ارزن گیاهی است که می‌تواند به صورت دیم کشت شود مطالعه نیلسون و همکاران (۲۰۰۶) طی سه سال در این شرایط نشان داد که عملکرد ماده خشک ارزن با کارایی مصرف آب رابطه خطی دارد.

یکی از شاخص‌های مهم رشد که می‌تواند بر قدرت فتوسنتز گیاه مؤثر باشد شاخص سطح برگ است (کوچکی و نصیری محلاتی، ۱۹۹۳). وزن خشک با سطح برگ و دوام آن متناسب است بدین ترتیب هر عاملی که باعث افزایش بیشتر برگ‌های سبز شود، وزن خشک را افزایش می‌دهد. در شرایط مطلوب حداکثر مقدار شاخص سطح برگ ارزن در هفته هشتم و نهم و ۵ تا ۶ می‌باشد (ولداآبادی و همکاران، ۲۰۰۰). افزایش تراکم بوته باعث جذب بیشتر نور به علت افزایش LAI^۱ و در نتیجه افزایش CGR^۲ می‌شود. با افزایش تراکم، شاخص‌های RGR^۳ و NAR^۴ کاهش می‌یابد. در تراکم‌های بالا

به دلیل افزایش شاخص سطح برگ و سایه‌اندازی برگ‌ها بر روی یکدیگر از میزان NAR کاسته می‌شود. با افزایش تراکم شاخص سطح برگ افزایش می‌یابد. البته سطح برگ تک بوته در تراکم‌های پایین بیش از تراکم‌های بالا می‌باشد. ولی تعداد بوته بیشتر در واحد سطح زمین این کمبود را جبران می‌کند (روی و بی‌ساوا، ۲۰۰۱). به‌طور کلی کاهش ماده خشک کل در پایان فصل رشد در نتیجه منفی شدن شاخص‌های رشد به علت سایه‌اندازی و وجود برگ‌های پیر و فتوستتز خالص منفی در نتیجه استفاده از سطح فتوستتزکننده برای تنفس می‌باشد. در شرایط مطلوب حداکثر مقدار سرعت رشد ارزن در هفته هشتم و نهم و ۴۰ تا ۵۰ گرم بر مترمربع در روز می‌باشد (ولداآبادی و همکاران، ۲۰۰۰). میزان رشد نسبی گیاهان زراعی در طول فصل رشد کاهش می‌یابد این کاهش به این دلیل است که قسمت‌های افزوده شده به وزن گیاه، بافت‌های ساختمانی بوده و بافت‌های فعال متابولیکی نمی‌باشند و چنین بافت‌هایی سهمی در میزان رشد ندارند (امام، ۱۹۹۹). کاهش میزان رشد نسبی تا اندازه‌ای مربوط به در سایه قرار گرفتن و افزایش سن برگ‌های پایین‌تر گیاه است.

با توجه به این که بر روی ارزن دم روباهی تحقیقات اندکی در ایران صورت گرفته است، در این بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد مورد بررسی قرار گرفت. همچنین از شاخص‌های رشد جهت تفسیر تغییرات عملکرد استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گرگان (عراقی محله) واقع در ۵ کیلومتری شهر گرگان با طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی، ارتفاع از سطح دریا ۵ متر و متوسط بارندگی سالیانه آن ۴۵۰ میلی‌متر اجرا شد. قبل از اجرای آزمایش از اعماق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری خاک نمونه مرکب تهیه کرده و

- 1- Leaf Area Index
- 2- Crop Growth Rate
- 3- Net Assimilate Rate
- 4- Relative Growth Rate

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن در آزمایشگاه تعیین شد. خاک محل اجرای آزمایش دارای بافت کلی- لوم با هدایت الکتریکی ۱/۵ تا ۱ میلی موس بر سانتی مترمربع، pH=۷/۵-۸ بود. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۴ تکرار و ۹ تیمار اجرا شد تاریخ‌های کاشت، (فاکتور اول) در سه سطح (۱، ۱۶، ۳۱ و تیر ماه) و تراکم بوته (فاکتور دوم) در سه سطح (۳۰، ۴۵ و ۶۰ بوته در مترمربع) در نظر گرفته شد. زمین مورد استفاده در سال قبل از اجرای آزمایش به صورت آیش بود و در بهار ۱۳۸۴ شخم زده شد. یک هفته قبل از عملیات کاشت دو دیسک عمود بر هم زده شد. و براساس آزمایش خاک میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات کلسیم در هکتار در نظر گرفته شد که نیمی از کود از ته به اضافه کل میزان کود فسفاته هنگام تهیه بستر به خاک داده شد. و با دیسک سوم به خوبی با خاک مخلوط گردید. قبل از کاشت نقشه آزمایش پیاده گردید. در این نقشه هر کرت شامل ۶ خط به طول ۵ متر به فاصله ردیف ۳۶ سانتی متر که فاصله بین کرت‌ها از یکدیگر ۷۰ سانتی متر و فاصله بین تکرارها از هم ۲ متر در نظر گرفته شد. در این آزمایش از بذر ارزن دم روباهی رقم KFS1 که از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گرگان تهیه شده بود استفاده گردید. پس از آماده‌سازی زمین کشت در تاریخ‌های ۱، ۱۶ و ۳۱ تیر صورت گرفت. پس از کاشت با استفاده از سیستم آبیاری بارانی مزرعه آبیاری شد. به منظور اندازه‌گیری شاخص سطح برگ، وزن خشک و شاخص‌های رشد در طول فصل رشد در ۷ نوبت به فاصله هر ۷ روز یک‌بار و از ۲۵ روز پس از کاشت نمونه برداری صورت گرفت. در هر نمونه برداری تعداد ۵ بوته از خط دوم (پس از حذف خط اول به عنوان حاشیه) برداشت شد و وزن تر ساقه، برگ و ساقه و کل بوته اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها جهت خشک شدن و به دست آوردن وزن خشک به مدت ۴۸ ساعت در آون الکتریکی با درجه حرارت ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس نمونه‌های خشک شده با ترازوی حساس

با دقت ۰/۰۱ گرم توزین و وزن ماده خشک آنها ثبت شد. سطح برگ نمونه‌ها با استفاده از سطح برگ سنج ΔT مدل LTD اندازه‌گیری شد. برای تعیین شاخص‌های رشد با در دست داشتن آمار هواشناسی و دمای حداکثر و حداقل روزانه طی دوره رشد از معادله زیر GDD محاسبه گردید.

$$GDD = [(T_{max} - T_{min})/2] - T_b$$

که در این معادله GDD^1 درجه- روز رشد تجمعی، T_{max} حداکثر دمای روزانه با حد بالایی ۳۵ درجه سانتی‌گراد، T_{min} حداقل دمای روزانه با حد پایینی ۱۷ درجه سانتی‌گراد و T_b دمای مبنا (دمایی که پایین‌تر از آن رشد صورت نمی‌گیرد) که برای ارزن ۱۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (شکاری، ۲۰۰۱). به منظور دست‌یابی به روند تغییرات تجمع ماده خشک در طول فصل رشد از معادله‌های بسیاری استفاده گردیده از آنجا که مدل‌های رگرسیون خطی مناسب نبودند لذا معادله لجستیک زیر که نوعی مدل رگرسیون غیرخطی است به کار گرفته شد:

$$DM = Dm_{max} / (1 + \exp(-a_1 * (dap - b_1)))$$

a_1 و b_1 ، d_{mmax} پارامترهای مدل بوده و دارای توجیه فیزیکی می‌باشند d_{mmax} حداکثر ماده خشک است b_1 مقداری از dap^2 است که در آن dm تقریباً به نصف d_{mmax} می‌رسد و a_1 نیز شیب افزایش dap را نشان می‌دهد. برای برآورد پارامترهای این مدل از رویه NLIN در برنامه نرم‌افزاری SAS استفاده شد.

به منظور مطالعه روند تغییرات شاخص سطح برگ نسبت به روزهای پس از کاشت، مدل نمایی $Y = ae^{bx}$ بیشترین هم‌گرایی و برازش را با نقاط واقعی اندازه‌گیری شده برای پیش‌بینی تغییرات شاخص سطح برگ نسبت به روزهای پس از کاشت داشت. که در آن e پایه لگاریتم طبیعی (تقریباً ۲/۷۱۸) می‌باشد و a و b ضرایب معادله هستند که a عرض از مبدا روی محور y می‌باشد. معادله نمایی بالا به صورت زیر قابل خطی شدن است:

$$\ln(Y) = \ln(a) + bx$$

- 1- Growth Degree Day
- 2- Day After Planting

که از معادله اخیر می‌توان برای برازش مدل نمایی در نرم‌افزارهای معمولی که قادر به برازش مدل‌های غیرخطی نیستند، استفاده کرد. برای محاسبه CGR، LAR، NAR و RGR نیز با استفاده از تقویم زمانی، معادله‌های زیر به کار برده شدند:

$$CGR = \frac{dm_{max}}{(1 + \exp(-a_1 * (dap - b_1)))^2} * a_1 * (1 + \exp(-a_1 * (dap - b_1)))$$

در این معادلات:

LAR = RGR / NAR نسبت سطح برگ

NAR = CGR / LAI سرعت جذب خالص

RGR = CGR / TDM سرعت رشد نسبی

LAI: شاخص سطح برگ، TDM وزن خشک اندام‌های

هوایی بر حسب گرم در مترمربع و فاصله زمانی بین دو

نمونه‌گیری بر حسب روز پس از کاشت است. داده‌های

آزمایش به صورت فاکتوریل در غالب طرح بلوک کامل

تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل

قرار گرفت. مقایسه میانگین هر صفت با استفاده از آزمون

LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید. همچنین

نمودارها، گراف‌ها و شکل‌های مربوطه با استفاده از

نرم‌افزار Exell رسم گردید.

نتایج و بحث

طبق جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر تاریخ کاشت بر میزان عملکرد علوفه (تر و خشک) معنی‌دار بود

($P < 0/01$). و براساس جدول مقایسه میانگین (جدول ۳) با تأخیر در کاشت میزان عملکرد علوفه (تر و خشک) کاهش یافت. به طوری که بالاترین عملکرد (۳۷۰۱۱ کیلوگرم در هکتار علوفه تر و ۱۲۸۳۳ کیلوگرم در هکتار علوفه خشک) مربوط به تاریخ کاشت اول (۱ تیر) می‌باشد. با توجه به آمار هواشناسی (جدول ۱) دمای حداکثر روزانه، بارندگی، میزان تبخیر و درصد رطوبت برای دوره آزمایش در فصل رشد ارزن دم روباهی از تیر ماه (۱ تیر اولین تاریخ کاشت) تا مهر ماه (۲ مهر برداشت آخرین تاریخ کاشت) متغیر بوده و این تغییرات بر طول دوره رشد و استفاده گیاه از عوامل محیطی مؤثر بود. با تأخیر در کاشت حداقل دمای روزانه، حداکثر دمای روزانه و میزان تبخیر افزایش یافت لذا مراحل مختلف نمو در اثر افزایش دما تسریع می‌گردد و تاریخ کاشت‌های دیرتر درجه روز رشد لازم را زودتر دریافت کرده و طول دوره رشد کوتاه می‌گردد (طول دوره رشد ارزن علوفه‌ای در تاریخ کاشت‌های ۱، ۱۶ و ۳۱ تیر به ترتیب ۷۶، ۶۸ و ۶۴ بود). تاریخ کاشت اول، درجه روز رشد را دیرتر کسب نموده و طول دوره رشد و در نتیجه دوره رویشی گیاه طولانی می‌شود بنابراین فرصت بیشتری در اختیار گیاه وجود دارد که محصول بیشتری تولید نماید، نتیجه کسب شده در این آزمایش با نتایج تحقیقاتی آرون و همکاران (۲۰۰۵) روی گندم و شکاری (۲۰۰۱) روی ارزن هم‌خوانی دارد.

جدول ۱- آمار هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان در ماه‌های رشد ارزن دم روباهی.

ماه	دمای هوا (درجه سانتی‌گراد)		بارندگی ماهانه (میلی‌متر)	تبخیر ماهانه (میلی‌متر)	درصد رطوبت	
	حداقل	حداکثر			حداقل	حداکثر
تیر	۲۳/۵	۳۱/۸	۹/۲	۱۸۳/۹	۵۰	۸۲/۲
مرداد	۲۴/۵	۳۴/۷	۱۰/۷	۲۱۷/۶	۴۴/۸	۸۰/۸
شهریور	۲۱/۸	۳۰/۶	۳۶/۳	۱۳۰/۸	۵۴/۳	۸۹
مهر	۱۹	۲۸/۲	۳۰/۸	۱۰۴/۶	۵۴/۴	۹۰

جدول ۲- تجزیه واریانس مربوط به عملکرد علوفه تر و خشک ارزن دم روباهی رقم kfs1

میانگین مربعات		درجه آزادی	منبع تغییر
عملکرد علوفه خشک	عملکرد علوفه تر		
۱۴۳۵۹۰۷/۹۴ ^{n.s}	۲۶۹۲۳۶۳۵/۹۰ ^{n.s}	۳	بلوک
۱۹۴۰۱۱۹۷/۱۳ ^{**}	۲۴۸۲۹۱۸۳۹/۱۰ ^{**}	۲	تاریخ کاشت
۲۴۸۸۰۳۵۱/۲۹ ^{**}	۱۳۶۸۷۸۹۲۷/۶۰ ^{**}	۲	تراکم
۳۵۷۸۹۵/۵۹ ^{n.s}	۵۲۳۴۶۲۸/۹۰ ^{n.s}	۴	تاریخ کاشت*تراکم
۳۲۳۴۷۷۴/۰۰	۹۳۸۰۰۴۲/۰۰	۲	خطای آزمایش
۱۵/۱	۹/۴۴		CV%

^{n.s}: عدم اختلاف معنی دار، * : اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد، ** : اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد

به طوری که در هر سه تاریخ کاشت (۱، ۱۶ و ۳۱ تیر) بالاترین عملکرد از تراکم ۶۰ بوته در مترمربع (عملکرد علوفه تر ۳۵۶۲۸ کیلوگرم در هکتار و عملکرد علوفه خشک ۱۳۴۹۴ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد.

جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می دهد که اثر تراکم بر میزان عملکرد علوفه (تر و خشک) معنی دار بود. با توجه به جدول مقایسه میانگین ها (جدول ۳)، با افزایش تراکم، عملکرد علوفه (تر و خشک) افزایش یافته

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد ارزن دم روباهی تحت تأثیر تراکم و تاریخ کاشت.

تیمارها	علوفه تر (کیلوگرم در هکتار)	علوفه خشک (کیلوگرم در هکتار)
تاریخ کاشت		
۱ تیر	۳۷۰۱۱a*	۱۲۸۳۳a
۱۶ تیر	۳۲۳۸۹b	۱۲۴۳۲ab
۳۱ تیر	۲۷۹۱۳c	۱۰۴۸۵c
تراکم بوته		
۳۰	۲۸۹۰۰c	۱۰۶۸۳b
۴۵	۳۲۷۸۴b	۱۱۵۴۶ab
۶۰	۳۵۶۲۸a	۱۳۴۹۴a

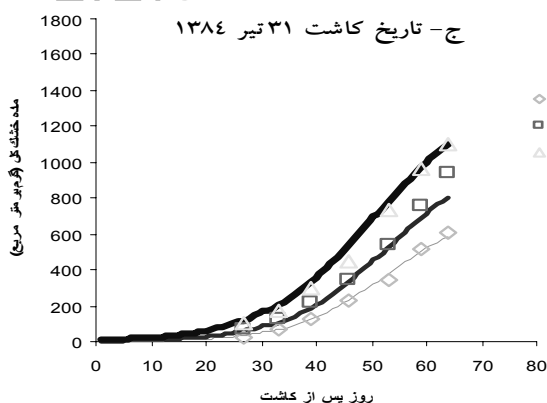
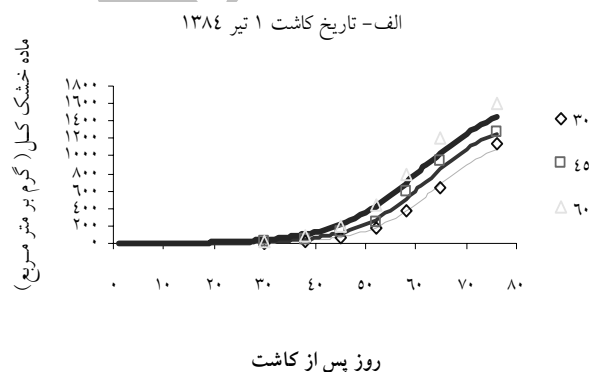
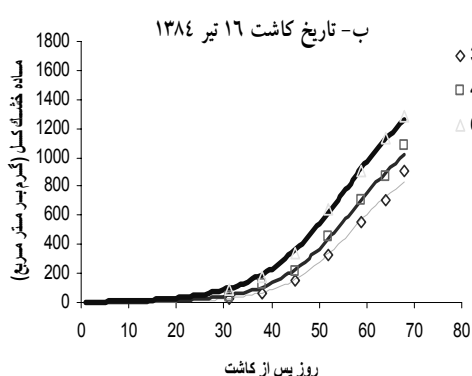
* وجود حروف مشترک در هر ستون به معنی عدم اختلاف معنی دار است.

اینکه تجمع ماده خشک حاصل تغییرات شاخص سطح برگ (شکل ۲) و سرعت جذب خالص (شکل ۳) می باشد، پس با افزایش طول دوره رشد شاخص سطح برگ (شکل ۲) سرعت جذب خالص گیاه (شکل ۳) افزایش یافته که در نتیجه آن ماده خشک گیاه افزایش می یابد. علت کاهش تجمع ماده خشک در تاریخ کاشت های تأخیری در افزایش درجه حرارت (جدول ۱) کوتاه شدن طول دوره رشد و کاهش سطح برگ دانست. که در نتیجه این عوامل تجمع ماده خشک در تاریخ کاشت دوم و سوم کمتر از تاریخ کاشت اول بود. تویدول و همکاران (۱۹۹۲) در بررسی خود کاهش ماده خشک تولیدی را در اثر تأخیر در تاریخ کاشت در گیاه ارزن

در این تراکم بوته ها توانسته اند به طور مناسب تری سطح زمین را پوشش داده و از عوامل محیطی به نحو مطلوب تری استفاده کنند، در نتیجه میزان عملکرد در واحد سطح بیشتری نیز تولید کرده اند. که نتیجه به دست آمده با نتایج شکاری (۱۳۸۰) روی ارزن مطابقت دارد. شکل (۱) تجمع ماده خشک در تاریخ کاشت های مختلف را نشان می دهد، در اولین تاریخ کاشت (۱ تیر) میزان تجمع ماده خشک در تمام تراکم ها بیشتر از سایر تاریخ کاشت ها بوده است. که علت آن را می توان درجه حرارت کمتر در این تاریخ کاشت و در نتیجه افزایش طول دوره رشد دانست. با افزایش طول دوره رشد گیاه برای کسب درجه حرارت روز رشد فرصت بیشتری دارد و با توجه به

گزارش نموده‌اند. شکل (۱) روند تغییرات وزن خشک کل را در طی زمان برای تاریخ کاشت‌های ۱، ۱۶ و ۳۱ تیر به ترتیب در تراکم‌های ۳۰، ۴۵ و ۶۰ بوته در مترمربع را نشان می‌دهد. طبق نتایج به دست آمده (تاریخ کاشت ۱ تیر در تراکم‌های ۳۰، ۴۵ و ۶۰ بوته در مترمربع وزن خشک کل به ترتیب ۱۰۷۲، ۱۲۵۷ و ۱۴۴۲/۲ گرم بر مترمربع در روز، تاریخ کاشت ۱۶ تیر در تراکم‌های ۳۰، ۴۵ و ۶۰ بوته در مترمربع وزن خشک کل به ترتیب ۸۲۸/۴، ۱۰۱۷/۸ و ۱۲۵۹/۷۵ گرم در مترمربع در روز و در تاریخ کاشت ۳۱ تیر در تراکم‌های ۳۰، ۴۵ و ۶۰ بوته در مترمربع وزن خشک کل به ترتیب ۵۸۵/۶، ۸۰۵/۱ و ۱۱۰۱/۸ گرم در مترمربع در روز) با افزایش تراکم مقدار تجمع ماده خشک

افزایش می‌یابد که دلیل افزایش میزان تجمع ماده خشک با افزایش تراکم بوته در مترمربع را می‌توان چنین توجیه کرد؛ با افزایش تراکم تعداد بوته در واحد سطح، سطح برگ و به عبارتی اندام فتوسنتزکننده در واحد سطح افزایش یافته، در نتیجه ماده خشک افزایش می‌یابد. روند تغییرات شاخص سطح برگ نشان می‌دهد که با تأخیر در کاشت در هر سه تراکم شاخص سطح برگ کاهش می‌یابد. کاهش شاخص سطح برگ در تاریخ کاشت‌های تأخیری به دلیل کاهش طول روز، درجه حرارت و میزان تبخیر و تعرق بوده که در نتیجه آن سطح برگ کاهش می‌یابد. محققان دیگری نیز کاهش سطح برگ را در ذرت و سورگوم علوفه‌ای گزارش کردند (مختارپور، ۱۹۹۷).



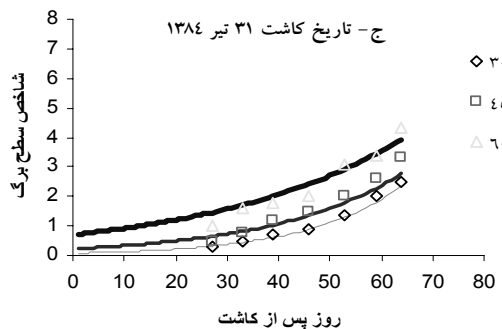
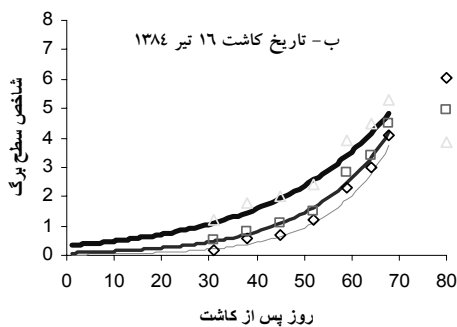
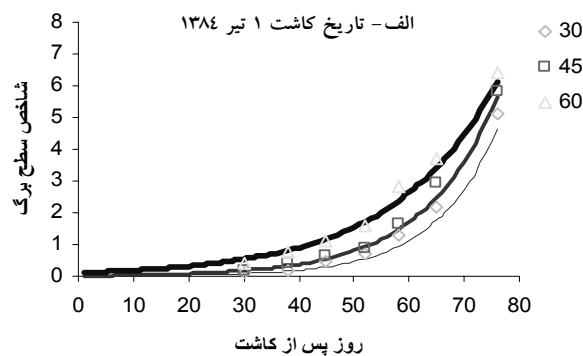
شکل ۱- روند تغییرات ماده خشک تولیدی علوفه ارزن دم روباهی در تاریخ کاشت و تراکم‌های مختلف.

شکل (۲) روند تغییرات شاخص سطح برگ را در طی زمان برای تاریخ کاشت‌های ۱، ۱۶ و ۳۱ تیر به ترتیب در تراکم‌های ۳۰، ۴۵ و ۶۰ بوته در مترمربع، نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود روند تغییرات شاخص

سطح برگ در تراکم‌های مختلف از مدل نمایی تبعیت می‌کند. با افزایش سن گیاه در تمامی تراکم‌ها، در هر سه تاریخ کاشت شاخص سطح برگ افزایش می‌یابد. بالاترین شاخص سطح برگ از تراکم ۶۰ بوته در مترمربع در تاریخ

مناسب‌تری می‌توانند سطح مزرعه را پوشانده و جامعه بسته‌ای، تشکیل دهند و از عوامل و منابع محیطی تا جایی که می‌توانند استفاده کرده و شاخص سطح برگ بیشتری تولید نمایند (مدرس و همکاران، ۱۹۹۸). روند تغییرات شاخص سطح برگ نشان می‌دهد که با تأخیر در کاشت در هر سه تراکم شاخص سطح برگ کاهش می‌یابد. کاهش شاخص سطح برگ در تاریخ کاشت‌های تأخیری به دلیل کاهش طول روز، افزایش درجه حرارت و میزان تبخیر و تعرق بوده که در نتیجه آن سطح برگ کاهش می‌یابد.

کاشت ۱ تیر حاصل شد که شاخص سطح برگی معادل ۶/۴ داشت و در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع در تاریخ کاشت‌های ۱۶ و ۳۱ تیر شاخص سطح برگ به ترتیب ۵/۳ و ۴/۱ بود. شاخص سطح برگ در تراکم ۴۵ بوته در مترمربع در سه تاریخ کاشت ۱، ۱۶ و ۳۱ تیر به ترتیب ۵/۸، ۴/۵ و ۵/۳ و ۴/۱ و ۲/۵ می‌باشد. با توجه به نتایج حاصل از آزمایش در هر سه تاریخ کاشت با افزایش تراکم، شاخص سطح برگ افزایش می‌یابد. دلیل این افزایش را می‌توان چنین توجیه کرد که در تراکم‌های بالا گیاهان به‌نحو



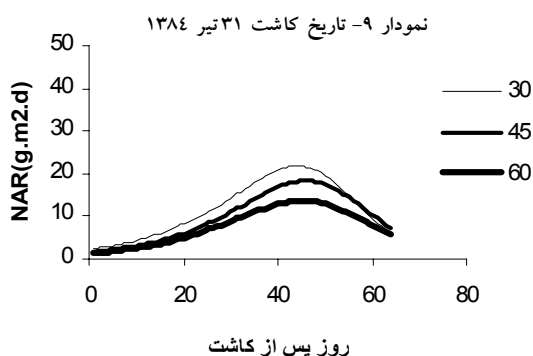
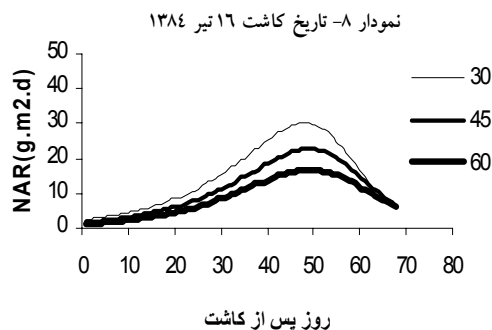
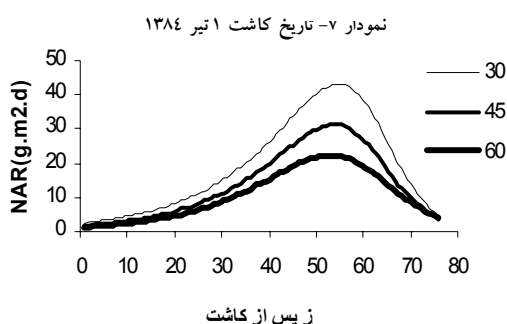
شکل ۲- روند تغییرات شاخص سطح برگ علوفه ارزن دم رویاهی در تاریخ کاشت و تراکم‌های مختلف.

فصل رشد دارای رشد کند است که به دلیل ظهور دیر هنگام ریشه‌های اصلی حاصل از ریشه‌های بذری می‌باشد. با توجه به نمودارها، حداکثر NAR در این آزمایش مربوط به تاریخ کاشت اول (۱ تیر) معادل ۳۶ گرم در مترمربع در روز بوده است. و در تاریخ کاشت‌های دوم و سوم NAR کاهش می‌یابد؛ این موضوع می‌تواند

براساس شکل (۳) در هر سه تاریخ کاشت در تمام تراکم‌ها روند تغییرات سرعت جذب خالص، در اوایل دوره رشد به دلیل کوچک بودن گیاه و پایین بودن میزان تنفس نگهداری، سرعت جذب خالص رو به افزایش بوده و پس از آن با افزایش سن گیاه روند نزولی پیدا می‌کند. این روند را می‌توان چنین توجیه کرد که ارزن در ابتدای

افزایش تراکم و در نتیجه افزایش شاخص سطح برگ بر مقدار سطح برگ افزوده می‌شود ولی به دلیل سایه‌اندازی بخشی از این سطح برگ، به صورت غیرفعال در تولید اسیمیلات و فتوسنتز باقی می‌ماند. بنابراین با افزایش تراکم و با افزایش سطح برگ فعال بر سطح برگ غیرفعال هم افزوده می‌شود که دلیل آن سایه‌اندازی متقابل برگ‌ها بر روی یکدیگر است. هر چه تراکم افزایش یابد میزان سطح برگ غیرفعال نیز بیشتر و بیشتر می‌شود که این به معنی کم شدن راندمان واحد سطح برگ در تولید ماده خشک می‌باشد بنابراین با افزایش تراکم و شاخص سطح برگ راندمان واحد سطح برگ در تولید ماده خشک در واحد زمان یا NAR کاهش می‌یابد. که این نتیجه با نتایج تحقیقات بسیاری از محققان از جمله، برژنی (۱۹۹۰) بر ذرت و مظاهری و پور یوسف (۲۰۰۲) بر جو هماهنگی دارد.

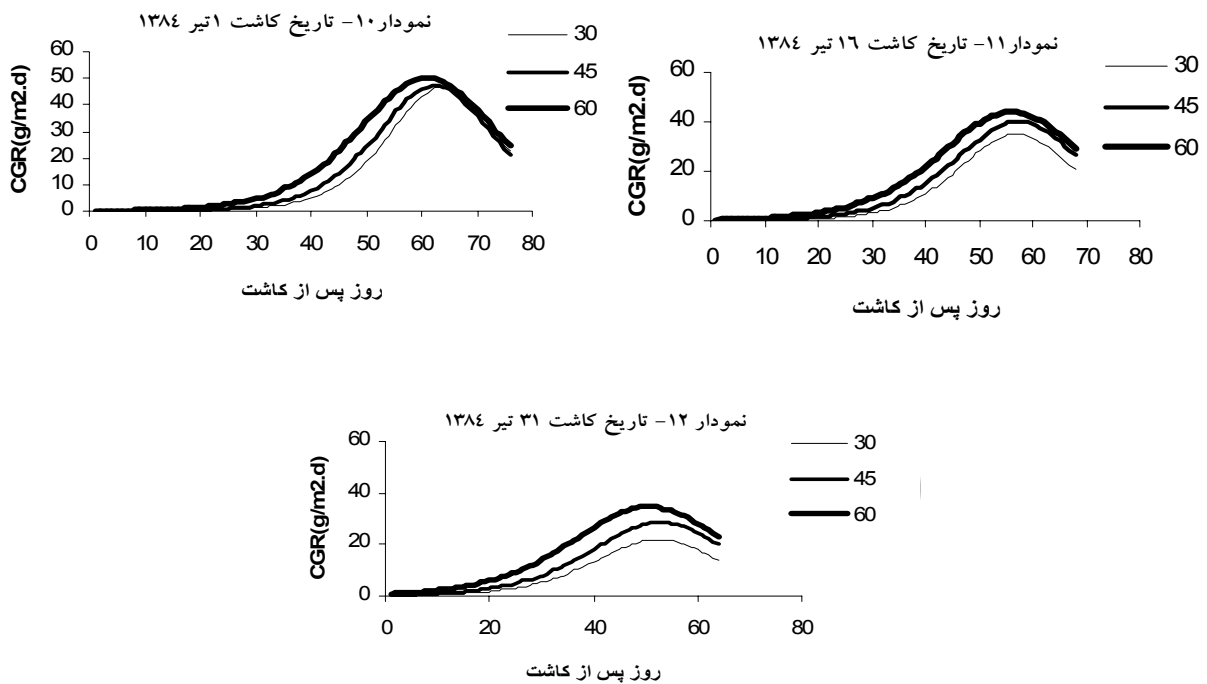
به دلیل رکود رشد برگ در تاریخ کاشت‌های دوم و سوم (شکل ۲) و یا در اثر افزایش ضایعات تنفسی در اثر عوامل نامساعد جوی در تاریخ کاشت‌های آخر باشد. با توجه به نتایج به دست آمده، (تاریخ کاشت ۱ تیر در تراکم‌های مذکور سرعت جذب خالص به ترتیب ۳۶، ۳۰/۱۹ و ۲۵/۵، تاریخ کاشت ۱۶ تیر در تراکم‌های ۴۵، ۳۰ و ۶۰ بوته در مترمربع سرعت جذب خالص به ترتیب ۲۷/۸۱، ۲۰/۴ و ۱۵/۱ در تاریخ کاشت ۳۱ تیر در تراکم‌های ۴۵، ۳۰ و ۶۰ بوته در مترمربع سرعت جذب خالص به ترتیب ۲۲/۸۹، ۱۷/۵ و ۱۴/۸۷)، با افزایش تراکم سرعت جذب خالص پائین آمده، به طوری که در تراکم پائین تر (۳۰ بوته در مترمربع) در تمامی تاریخ کاشت‌ها سرعت جذب خالص بیشتری مشاهده می‌شود دلیل این امر را می‌توان به این مسأله مربوط دانست که با افزایش تراکم مسأله سایه‌اندازی برگ‌ها بر روی هم به دلیل افزایش تعداد بوته در واحد سطح تشدید شده است.



شکل ۳- روند تغییرات سرعت جذب خالص علوفه ارزن دم روباهی در تاریخ کاشت و تراکم‌های مختلف.

نتایج نشان می‌دهد سرعت رشد محصول در مراحل اولیه به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و پایین بودن درصد نور خورشید که توسط گیاهان جذب می‌شود، کم است اما با نمو گیاهان زراعی افزایش می‌یابد (شکل ۴). زیرا سطح برگ‌ها توسعه یافته و نور کمتری از لابه‌لای جامعه گیاهی به سطح خاک نفوذ می‌کند. تاریخ کاشت، سرعت رشد محصول را تحت تأثیر قرار داده و حد اکثر CGR در تاریخ کاشت اول در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع (۵۰/۴ گرم بر مترمربع در روز) و حداقل آن در تاریخ کاشت سوم (۳۱ تیر) در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع (۲۳/۰۹ گرم بر مترمربع در روز) به دست آمده است. با تأخیر در کاشت حداقل دمای روزانه، حداکثر دمای روزانه و میزان تبخیر افزایش یافت (جدول ۱). بنابراین مراحل مختلف رشد در اثر افزایش دما تسریع می‌گردد و تاریخ کاشت‌های تأخیری، درجه روز رشد لازم را زودتر دریافت کرده و طول دوره رشد کوتاه می‌گردد. در تاریخ کاشت ۳۱ تیر به دلیل کاهش طول دوره رشد، کوتاه شدن طول روز، کاهش سرعت جذب خالص (شکل ۳) و کاهش سطح برگ (شکل ۲) سرعت رشد محصول کاهش یافت. نتیجه به دست آمده با نتایج مختارپور (۱۹۹۷) که بر روی ذرت انجام گرفته هماهنگی دارد. شکل (۴) روند تغییرات سرعت رشد محصول در تراکم‌های مختلف (۳۰، ۴۵ و ۶۰ بوته در مترمربع) را در سه تاریخ کاشت‌های مذکور نشان می‌دهد. سرعت رشد محصول در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع در تاریخ کاشت ۱، ۱۶ و ۳۱ تیر به ترتیب ۴۶/۷ (۶۴ روز پس از کاشت)، ۳۵/۲ (۵۷ روز پس از کاشت) و ۲۳/۰۹ (۵۲ روز پس از کاشت) و سرعت رشد محصول در تراکم ۴۵ بوته در مترمربع در تاریخ کاشت ۱، ۱۶ و

۳۱ تیر به ترتیب ۴۷/۴ (۶۳ روز پس از کاشت)، ۴۰/۱ (۵۶ روز پس از کاشت) و ۲۸/۳ (۵۲ روز پس از کاشت) همچنین سرعت رشد محصول در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع در تاریخ کاشت ۱، ۱۶ و ۳۱ تیر به ترتیب ۵۰/۴ (۶۱ روز پس از کاشت)، ۴۳/۹ (۵۵ روز پس از کاشت) و ۳۴/۷۶ (۵۱ روز پس از کاشت) می‌باشد. با افزایش سن گیاه در تمامی تراکم‌ها سرعت رشد محصول افزایش می‌یابد که این افزایش ناشی از شاخص سطح برگ بالا و استفاده بهتر از تشعشع خورشیدی در تمامی تراکم‌ها بود (شکل ۲). با توجه به نتایج به دست آمده با افزایش تراکم، گیاهان به نحو مناسب‌تری می‌توانند سطح مزرعه را پوشانند و از عوامل و منابع طبیعی تا جایی که می‌توانند استفاده بکنند در نتیجه شاخص سطح برگ بیشتری تولید می‌شود (شکل ۲) و استفاده از تشعشع خورشیدی بیشتر می‌شود و سرعت رشد محصول افزایش می‌یابد و پس از رسیدن به اوج خود به دلیل کاهش سطح برگ و سرعت جذب خالص، کاهش می‌یابد. نتایج بررسی برژنی و همکاران (۱۹۹۰) بر روی ذرت نشان داده‌است که با افزایش شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول افزایش می‌یابد. بعد از آن که سرعت رشد محصول به حداکثر رسید تا مدتی که شاخص سطح برگ به حداکثر می‌رسد CGR تقریباً ثابت باقی می‌ماند و در نمونه برداری‌های آخر سرعت رشد محصول نزول کمی را نشان داده و با افت شاخص سطح برگ CGR نیز شدیداً افت می‌یابد. و با خشک شدن برگ‌ها به سمت پایین نزول کرده و در نهایت صفر می‌شود. اما در این آزمایش به دلیل این‌که محصول در زمان شیری-خمیری برداشت شده CGR به این مرحله نمی‌رسد.

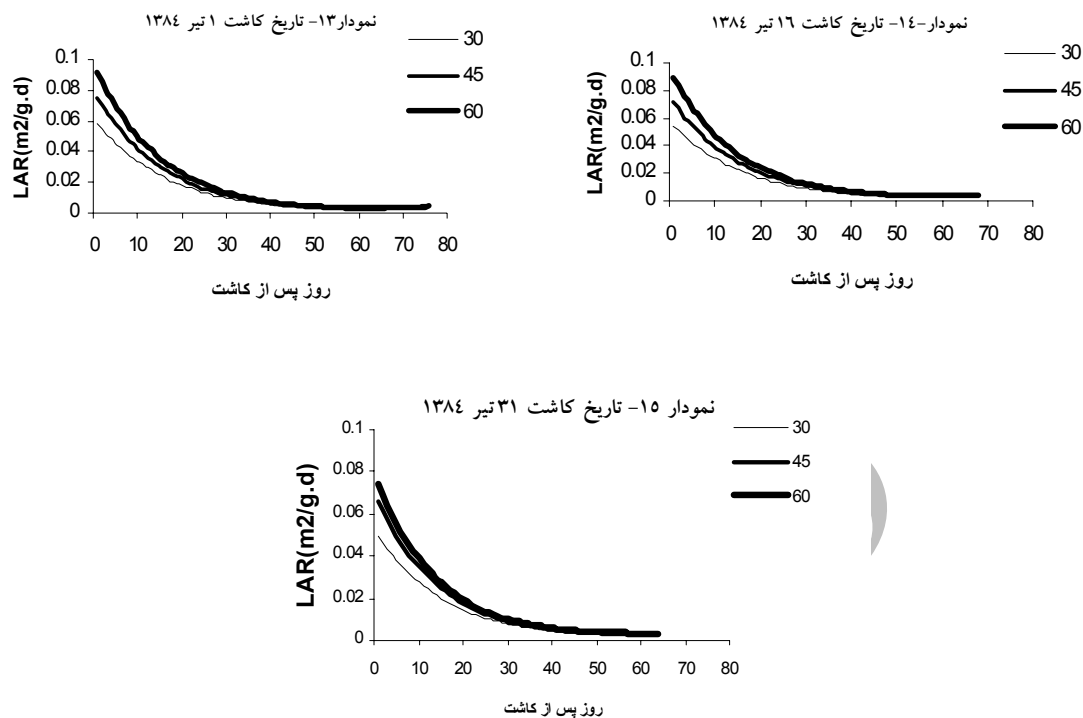


شکل ۴- روند تغییرات سرعت رشد محصول علوفه ارزن دم روباهی در تاریخ کاشت و تراکم‌های مختلف.

بوته در مترمربع متعلق بود. به عبارت دیگر این امر نشان‌دهنده پربرگی گیاهان در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع می‌باشد. که می‌تواند عاملی برای کیفیت بالای محصول باشد. تراکم ۴۵ بوته در مترمربع و ۳۰ بوته در مترمربع به ترتیب کمتر بودند. با توجه به این که نسبت سطح برگ بیانگر سطح کل برگ به میزان کل ماده خشک گیاه می‌باشد لذا در تراکم‌های بالا وجود سطح برگ (شکل ۲) بیشتر باعث افزایش نسبت سطح برگ گردیده است.

نسبت سطح برگ در تاریخ کاشت اول بیشتر از دو تاریخ کاشت دیگر می‌باشد. بزرگتر بودن LAR به این مفهوم است که نسبت بافت‌های فتوسنتزکننده به مجموع بافت‌های تنفس‌کننده در تاریخ کاشت اول بیشتر می‌باشد. و گیاهان این تاریخ کاشت نسبت به دو تاریخ کاشت دیگر طی فرآیند فتوسنتز انرژی تابشی بیشتری را به ماده خشک تبدیل نموده و در بافت‌های ذخیره‌ای خود انباشته نموده‌اند.

شکل (۵) روند تغییرات نسبت سطح برگ در تاریخ کاشت‌های ۱، ۱۶، ۳۱ تیر در تراکم‌های ۳۰، ۴۵، ۶۰ بوته در مترمربع را نشان می‌دهد. تاریخ کاشت ۱ تیر در تراکم‌های ۳۰، ۴۵ و ۶۰ بوته در مترمربع نسبت سطح برگ به ترتیب ۰/۰۵۸، ۰/۰۷۵ و ۰/۰۹۱، تاریخ کاشت ۱۶ تیر در تراکم‌های مذکور نسبت سطح برگ به ترتیب ۰/۰۵۴، ۰/۰۷۱ و ۰/۰۸۹ در تاریخ کاشت ۳۱ تیر در تراکم‌های ۳۰، ۴۵ و ۶۰ بوته در مترمربع نسبت سطح برگ به ترتیب ۰/۰۴۹، ۰/۰۶۶ و ۰/۰۷۴، روند تغییرات نسبت سطح برگ در تمام تاریخ کاشت‌ها نزولی بوده و بالاترین میزان نسبت سطح برگ در ابتدای فصل رشد می‌باشد که به مرور زمان کاهش می‌یابد این روند بیانگر این است که در مراحل اولیه اکثر مواد فتوسنتزی ساخته شده صرف رشد و گسترش برگ شده و سپس با آغاز رشد سریع سایر اندام‌های گیاهی مواد فتوسنتزی بیشتری به اندام‌های غیربرگی اختصاص می‌یابد. بالاترین میزان نسبت سطح برگ در تمام تاریخ کاشت‌ها به تراکم ۶۰



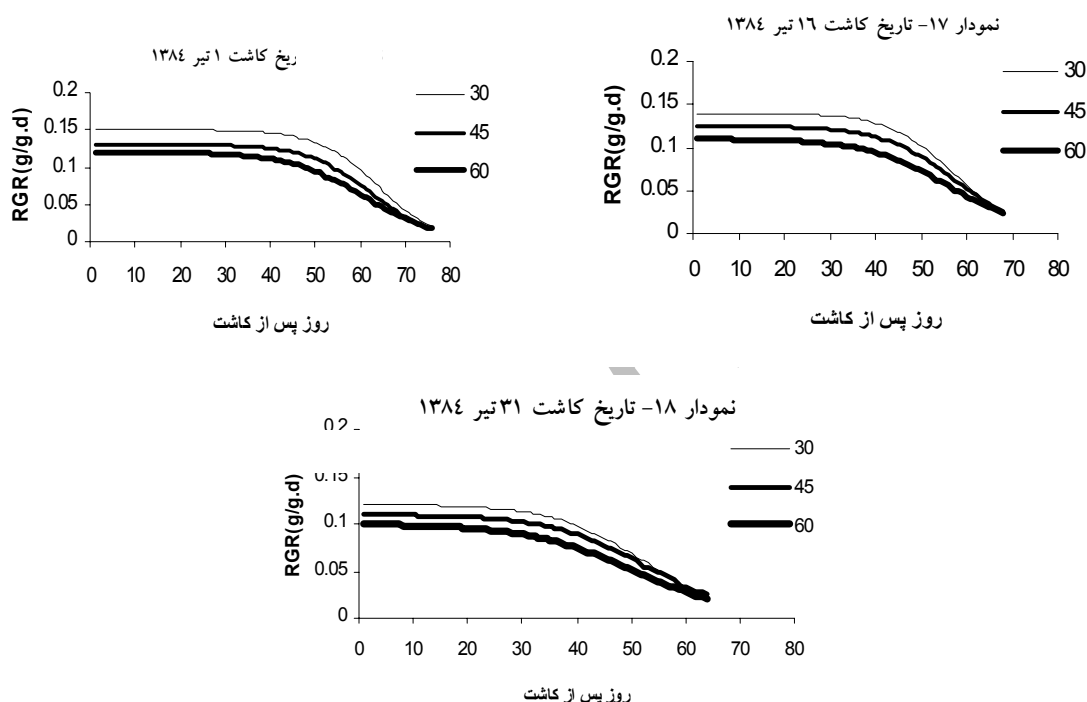
شکل ۵- روند تغییرات نسبت سطح برگ علوفه ارزن دم روباهی در تاریخ کاشت و تراکم‌های مختلف.

نیز تحت تأثیر قرار داده و باعث کاهش آن شده است. با تأخیر در تاریخ کاشت نسبت بافت‌های فتوسنتزکننده به مجموع بافت‌های تنفس‌کننده کاهش می‌یابد در نتیجه نسبت سطح برگ کاهش می‌یابد (شکل ۵). همچنین سرعت جذب خالص به دلیل رکود رشد برگ در تاریخ کاشت‌های تأخیری کاهش می‌یابد (شکل ۳). در نتیجه تأخیر در کاشت باعث کاهش سرعت رشد نسبی شد. که با نتیجه مطالعه، مختارپور (۱۹۹۷) بر ذرت مطابقت دارد. با توجه به شکل (۶) سرعت رشد نسبی با افزایش تراکم (تاریخ کاشت ۱ تیر در تراکم‌های ۳۰، ۴۵ و ۶۰ بوته در مترمربع سرعت رشد نسبی به ترتیب ۰/۱۳، ۰/۱۴۹ و ۰/۱۱۹، تاریخ کاشت ۱۶ تیر در تراکم‌های ۳۰، ۴۵ و ۶۰ بوته در مترمربع سرعت رشد نسبی به ترتیب ۰/۱۳۹، ۰/۱۲۴ و ۰/۱۰۹ و در تاریخ کاشت ۳۱ تیر در تراکم‌های ۴۵ و ۶۰ بوته در مترمربع سرعت رشد نسبی به ترتیب ۰/۱۳، ۰/۱۰۹ و ۰/۰۹ بود. در ابتدای دوره رشد هنوز سطح سبز گیاه کاملاً گسترده نشده است و مسأله

شکل (۶) روند تغییرات سرعت رشد نسبی محصول در تراکم‌های مختلف (۳۰، ۴۵، ۶۰ بوته در مترمربع) را در سه تاریخ کاشت ۱، ۱۶ و ۳۱ تیر نشان می‌دهد. با افزایش سن گیاه نسبت بافت‌های ساختمانی به بافت‌های فعال متابولیکی افزایش می‌یابد و چون بافت‌های ساختمانی نقشی در رشد ندارند، سرعت رشد نسبی گیاه یک روند کاهشی را نشان می‌دهد و نیز در سایه قرار گرفتن برگ‌های پایین‌تر جامعه گیاهی تا اندازه‌ای باعث کاهش رشد نسبی می‌شود. برای تمام تاریخ کاشت‌ها از ابتدای دوره به سمت انتهای دوره یک روند نزولی را طی کرده است. در این مطالعه تاریخ کاشت اثر معنی‌داری بر سرعت رشد نسبی داشت و مقدار آن در تاریخ کاشت ۱ تیر در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع حداکثر (۰/۱۴۹ گرم بر گرم در روز) و در تاریخ کاشت ۳۱ تیر در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع حداقل (۰/۰۹ گرم بر گرم در روز) بود. کاهش درجه حرارت (جدول ۱) در مراحل پایانی رشد در تاریخ کاشت سوم سرعت رشد نسبی را

سایه‌اندازی و تنش نور و حتی رقابت بر سر مواد غذایی آن‌چنان پیچیده نیست در کلیه تاریخ کاشت‌ها با افزایش تراکم RGR کاهش می‌یابد. دلیل کاهش RGR با افزایش تراکم را می‌توان افزایش اثر سایه‌اندازی متقابل و تنش نور به‌خصوص در بخش‌های پایین جامعه گیاهی ذکر کرد که با افزایش تراکم این تنش‌ها بیشتر می‌شود البته رقابت برای مواد غذایی با افزایش تراکم نیز مؤثر

است که نتیجه این تنش‌ها در واقع کمتر شدن میزان ماده خشک تولیدی به ازای واحد ماده خشک گیاه یا به عبارت دیگر کاهش RGR را با افزایش تراکم در پی داشته است و کلاً سرعت رشد نسبی در طول فصل رشد کم می‌شود که با نظر کوکس (۱۹۹۱) بر ذرت هماهنگی دارد.



شکل ۶- روند تغییرات سرعت رشد نسبی علوفه ارزن دم روباهی در تاریخ کاشت و تراکم‌های مختلف.

براساس این یافته‌ها می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود، عملکرد علوفه ارزن دم روباهی در تاریخ کاشت ۱ تیر بیشترین و ۳۱ تیر کمترین بود. علت کاهش عملکرد، افزایش درجه حرارت در ابتدای فصل رشد در تاریخ کاشت‌های تأخیری بود که در نتیجه آن ماده خشک، شاخص سطح برگ، سرعت جذب خالص، سرعت رشد محصول، نسبت سطح برگ و سرعت رشد نسبی کاهش

یافت. بیشترین عملکرد علوفه ارزن دم روباهی در هر سه تاریخ کاشت مربوط به تراکم ۶۰ بوته در مترمربع بود. به دلیل اینکه هر چه تراکم بیشتر باشد استفاده از عوامل محیطی بیشتر صورت می‌گیرد. در نتیجه افزایش تراکم ماده خشک، شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و نسبت سطح برگ افزایش یافت. در حالی که سرعت جذب خالص و سرعت رشد نسبی کاهش یافت.

منابع

1. Aaron, J., Schwart, Gibson, L.R., Douglas, L., Karlen, M., and Jannink, J. 2005. Planting Date Effect on Witer Tritical Dry 59-matter and nitrogen accumulation. Agron. J. 97: 1333-1341.
2. Berzsenyi. 1990. Change in growth and growth characteristics and affected by plant density in maize, Novena Termeles 39:6. 483-494.

- 3.Cox. W.J. 1997. Corn silage and grain yield responses to plant densities. J. Prod. Agric. 70: 405-410.
- 4.David, D. 2003. Foxtail Millet and proso Millet. In.J.junior(ed). rproyress in new crops. Pp:182-190
- 5.Emam, y. 1999. Physiology of crop Plants. Shiraz of university Publication. pp: 412.
- 6.Khademhamzeh, H., and Karimi, M. 1994. Effect of planting date and Plant density on yield and yield component of soybean. The fiveth congress of culture and Plants adjustment. pp: 480.
- 7.Koochki, y., and Nasirimahalati, M. 1993. Relation Water and Soil in Crop plants Mashhad of university publication. pp:250.
- 8.Mazaheri, D., and Poryosef, M. 2002. Effect of planting pattern and plant density on growth process, physiological characterisitcs and forage yield and two corn hybrid cultivars seed. Pajohesh and Sazandegi. Vol. 56:1-9.
- 9.Modarres, A.M., Hamilton, R.I., dijak, M., Dwyer, L.M., Stewart, D.W., and Smith, D.L. 1998. Plant population density effect on maize inbred lines grown in short-season environments. Crop Sci. 38:104-108.
- 10.Mokhtarpor, H. 1997. Studing growth characteristics and relation of its whith corn hybrid cultivators of yield under planting date and plant population.University of Tehran (M.Sc. Thesis). pp: 115.
- 11.Nielson, D.C., Vigil, M.F., and Benjamin, G. 2006. Forage yield response to water use for dryland corn millet and triticale in the central Great planis. Agron. J. Vol. 98:4. 992-998
- 12.Renato, S., Sollenberg, E., and Charles, R. 2001. Yield, yield distribution, and nutritive value of intensively managed warm-season annual grasses. Agron. J. 93: 1257-1262.
- 13.Roy, S.K., and Bisara, P. 2001. Effect of plant density and detopping silking on growth fodder and grain yield of maize (*Zea mays* L.). Agric. Sci. Camb. 119: 297-301.
- 14.Shekari, A. 2001. Plant density and planting date on yield and yield components of foxitail millet.university of Islamic Azad. Varamin unit (M.Sc. Thesis). pp: 98.
- 15.Twidwell, E.K., Boe, A., and Kephart, K.D. 1992. Planting date effects on yield and quality of foxtail millet and three annual legumes. Plant Sci. 72: 819-827.
- 16.Valadabadi, A., Mazaheri, D., Normohamadi ,GH. 2000. Effect of drought stress on quality and quantity properties. Journal of Crop Science of Iran. Vol. 2. Pp: 39-47.

Archive

The effect of sowing date and plant density on forage yield of foxtail millet (*Setaria italica*)

F. Safari¹, S. Galeshi², N.M. Torbati nejad³ and S.A. Mosavat⁴

¹Former M.Sc. student, Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, ²Professor, Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, ³Associate, Dept. of Animal Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, ⁴Researches Instructor, Researchs Center of Agriculture and Natural Resources-Golestan, Iran

Abstract

In order to determine the best planting date and plant density on forage yield of Foxtial millet, an experiment was conducted using a factorial experiment in Randomized Complete Block Design with 4 replications at research station of Gorgan in 2005. First factor included different three planting dates (Jun.22th, Jul.7th, and Jul.22th) and second factor plant densities (30, 45 and 60 plant per m²). Results showed that forage yield increased with increasing of plant density. The highest forage yield obtained in 60 plants/m² (fresh forage= 35628kg/hac, dry forage= 13494 kg/hac). Forage yield decreased with delaying of planting date, as highest density forage yield (fresh forage=37011kg/hac, dry forage=12833 kg/hac) obtained in first planting date (Jun.22th). Interaction of planting date and plant density wasn't significant. Total dry matter, CGR, LAI and LAR increased with increasing of plant densities. Also total dry matter, CGR, LAI and LAR increased with delay in planting date.

Keywords: Planting date; density; Foxtial millet