بررسی تراکم بوته و آرایش کاشت بر روند تغییرات شاخصهای رشد نخود تحت شرایط فاریاب در منطقه نیشابور

علی کنجعلی - سعید ملک‌زاده - عبدالرضا باقری[1]

تاریخ دریافت ۷۸/۴/۱۰

چکیده

به منظور بررسی اثر تراکم بوته و آرایش کاشت بر روند تغییرات شاخصهای رشد نخود (*Cicer arientinum* L.) آزمایشی در سال زراعی ۷۶-۱۳۷۷ در مزرعه تحقیقاتی آموزشکده کشاورزی نیشابور انجام شد. آرایشهای کاشت ساده و مستطیلی در سه تراکم ۳۰، ۵۰ و ۷۰ گیاه در مترمربع به صورت آزمایش اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی اجرا شد. شاخصهای رشد براساس درجه روزهای رشد محاسبه و مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفتند. افزایش تراکم بوته منجر به توسعه سریع LAI و متعاقب آن افزایش CGR شد. در تراکم پایین (۳۰ بوته در مترمربع) اثر الگوی مستطیلی کاشت معنی‌دار نبود. بیشترین عملکرد در تراکمهای بالا و آرایش مستطیلی کاشت به دست آمد. توزیع یکنواخت بوته و شرایط نزدیک به کشت هم فاصله در الگوی مستطیلی باعث این شده است که گیاه از امکانات محیطی به خصوص جذب تشعشع بهره ببرد و عملکرد بالاتری نسبت به الگوی ساده کاشت تولید نماید.

مقدمه

طبق آمار موجود، سطح زیرکشت حبوبات در کشور ۹۶۰ هزار هکتار و تولید آن ۵۸۰ هزار تن می‌باشد. در بین حبوبات نخود (*Cicer' arientinum* L.) با سطح زیر کشت ۷۲۰ هزار هکتار و تولید تقریبی ۳۵۰ هزار تن نسبت به سایر حبوبات از سطح زیر کشت، تولید و اهمیت بیشتری برخوردار است (۲). به علاوه به‌دلیل بالا بودن درصد پروتئین (۲۰-۲۴ درصد) و محدودیت موجود برای تأمین پروتئین‌های حیوانی، این محصول می‌تواند جایگزین یا مکمل خوبی برای پروتئینهای حیوانی باشد.

نخود گیاهی است که سازگاری مناسبی به شرایط اقلیمی کشور دارد اما عملکرد این محصول در مناطق مختلف، شدیداً تحت تأثیر شرایط محیطی و عملیات زراعی قرار می‌گیرد. بنابراین برای دستیابی به حداکثر محصول بایستی عملیات زراعی و شرایط محیطی به گونه‌ای انجام و انتخاب شوند که شرایط بهینه برای رشد و نمو گیاه ایجاد شود.

عملکرد کل ماده خشک نتیجه کارایی جامعه گیاهی از نظر استفاده از تشعشع خورشید در طول فصل رویشی است، در این ارتباط جامعه گیاهی فوق نیاز به سطح برگ کافی داشته به طوری که یکنواخت توزیع شده باشد و سطح زمین راکاملاً بپوشاند. این هدف با تغییر تراکم بوته‌ها و توزیع بوته‌ها روی سطح خاک میسر است. توزیع یکنواخت بوته بر توزیع مناسب تشعشع در درون پوشش گیاهی مؤثر است لذا اثر اصلی آرایش کاشت بر تولید محصول، عمدتاً به دلیل تفاوت در چگونگی توزیع انرژی خورشیدی است، که نهایتاً منجر به افزایش جذب تشعشع و عملکرد بیشتر می‌شود (۴).

۱- اعضای هیأت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

بنابراین برای دستیابی به حداکثر محصول علاوه بر داشتن تراکم مطلوب، نحوه توزیع بوته‌ها و متعاقب آن ساختمان پوشش گیاهی از اهمیت زیادی برخوردار است (۱۲). در این ارتباط سایر محققین اظهار داشتند آرایش هندسی مناسب در گیاه موجب توزیع یکنواخت تشعشع در داخل پوشش گیاهی شده و ممکن است عملکرد را افزایش دهد (۱۱). پتر و همکاران (۱۷) اظهار داشتند نوع الگوی پوشش گیاهی حتی با ثابت بودن تعداد گیاهان در واحد سطح بر NAR[1] مؤثر است و بنابراین کارایی فتوسنتز جامعه گیاهانی که در الگوهای مختلف کاشت می‌شوند، متفاوت خواهد بود. از سوی دیگر جهت استفاده از کلیه عوامل و نهاده‌های تولید، تراکم گیاهی اهمیت خاصی دارد. کم بودن تعداد گیاه در واحد سطح سبب می‌شود که از پتانسیل تولید حداکثر استفاده به عمل نیامده و از طرف دیگر افزایش تراکم سبب افزایش رقابت گردیده و در کارایی گیاه اختلال ایجاد می‌کند (۵). بنابراین یکی از مهمترین وظایف مدیریت مزرعه انتخاب تراکم بوته و آرایش مناسب کاشت جهت جذب حداکثر تشعشع خورشیدی است. شاید دلیل اصلی کاهش عملکرد بعضی گیاهان مثل نخود، رشد رویشی ضعیف و به دنبال آن شاخص سطح برگ پایین این گیاه به‌خصوص در مراحل اولیه رشد باشد. بدیهی است در این حالت پوشش گیاهی فوق قادر به جذب کامل تشعشع نبوده و مقدار زیادی از آن بدون استفاده گیاه خواهد ماند. بنابراین در این شرایط افزایش تراکم گیاهی ممکن است به جذب بیشتر تشعشع در مراحل اولیه رشد گیاه کمک نموده و در بهبود عملکرد مؤثر واقع شود. در حبوبات مشابه سایر گیاهان زراعی عامل مؤثر در عملکرد اقتصادی LAI[2] است، اگر شاخص سطح برگ در زمان کوتاه‌تری به سطح مطلوب برسد، حداکثر عملکرد حاصل می‌شود (۳). توسعه آرام سطح برگ موجب توسعه ضعیف کانوپی و جذب کمتر تشعشع خواهد شد که نهایتاً کاهش سرعت رشد محصول را به دنبال خواهد داشت (۱). سایر محققین نیز ارتباط بین تداوم سطح برگ و عملکرد اقتصادی را گزارش کردند (۳). دینگرا و همکاران (۹) در آزمایش خود با افزایش تراکم بوته، ۸ درصد افزایش جذب تشعشع فعال فتوسنتزی و ۲۴ درصد افزایش عملکرد را نتیجه گرفتند. کاسترو (۸) افزایش سرعت رشد محصول ماش را در اثر افزایش تراکم گزارش کرد.

در یک آزمایش افزایش تراکم بوته به دو برابر از طریق کاهش فاصله ردیف از ۶۰ به ۳۰ سانتیمتر، عملکرد نخود زمستانه را در غرب اردن تا ۵۲ درصد افزایش داد (به نقل از منبع شماره ۱). تحقیقات انجام شده در مصر نیز این نتیجه را تأیید کرد (۱). در مطالعه‌ای دیگر روی گیاه نخود مشخص شد در تراکم متوسط (۳۳ گیاه در مترمربع) عملکرد الگوی مربعی کمتر از روش معمول کاشت بود اما در تراکمهای بالاتر (۵۵ گیاه در مترمربع) عملکرد الگوی مربعی بیشتر بود (۱۸)، لیچ و بیچ (۱۶) پس از بررسی اثر آرایش کاشت بر جذب تشعشع توسط پوشش گیاهی نخود گزارش کردند در تیمار فاصله ردیف ۲۵ سانتیمتر حداکثر ۱۰۰ روز پس از کاشت ۷۰ درصد تشعشع جذب شد در حالی که در فاصله ردیف ۵۰ سانتیمتر حداکثر جذب تا ۴۵ درصد بود. با توجه به اهمیت تراکم بوته و الگوی کاشت در جذب تشعشع، فعالیتهای فتوسنتزی و تنفسی پوشش گیاهی و نهایتاً عملکرد اقتصادی، و از طرفی به دلیل عدم وجود تحقیقات کافی در این زمینه به خصوص در شرایط خراسان، این آزمایش به منظور انتخاب بهترین تراکم بوته مناسب با الگوی کاشت به طوری که حداکثر عملکرد تولید شود، انجام شد.

مواد و روشها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۷۶ در مزرعه تحقیقاتی آموزشکده کشاورزی نیشابور با طول و عرض جغرافیایی ′۴۸ و °۵۸ و ′۱۲ و °۳۶ به مرحله اجرا درآمد. خاک زمین آزمایش از نوع سیلتی‌لوم و سال قبل به صورت آیش بود. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم و دو مرحله دیسک عمود بر هم در اواسط فروردین ماه انجام شد. قبل از کاشت به میزان ۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و فسفات آمونیم به زمین اضافه شد و سپس توسط فاروئر جوی و پشته‌های مورد نیاز تهیه شد. هر کرت دارای ۵ ردیف به طول ۵ متر و فاصله بین ردیفهای کاشت در همه تیمارها ثابت و برابر ۶۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد.

1. Net Assimilation Rate
2. Leaf Area Index

این بررسی به صورت آزمایش اسپلیت پلات فاکتوریل درقالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی اجرا شد. فاکتورهای مورد مطالعه عبارت بودند از الف: آرایش کاشت شامل دو سطح آرایش ساده و مستطیلی، ب: تراکمها شامل سه سطح ۳۰، ۵۰ و ۷۰ گیاه در مترمربع. عملیات کاشت در اوایل اردیبهشت ماه به این ترتیب انجام شد که در آرایش ساده در وسط پشته ابتدا شیاری به عمق ۵ سانتیمتر ایجاد و سپس بذور داخل شیارها قرار داده شدند، در الگوی مستطیلی (دو طرفی) روی هر پشته دو شیار و به فاصله ۲۰ سانتیمتر از یکدیگر ایجاد شد و سپس بذور به صورت قبلی داخلی هر دو شیار قرار داده شدند. عملیات تنک و تنظیم تراکمها و آرایشهای کاشت سه هفته بعد از کاشت از طریق تغییر فواصل بوته‌ها روی ردیفهای کاشت انجام شد. آبیاری مطابق روش رایج منطقه هر ۸ روز یکبار انجام شد. وجین علفهای هرز توسط کارگر پس از زمان تنک تا گل‌دهی هر هفته یکبار انجام شد. عملیات نمونه‌برداری به منظور بررسی شاخصهای رشد، ۴۵ روز پس از کاشت هر هفته یکبار تا پایان رشد انجام شد. نمونه‌ها بلافاصله در کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شده و به آزمایشگاه منتقل می‌شدند. اندازه‌گیری سطح برگ با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ و توزین وزن خشک نمونه‌ها پس از خشکانیدن آنها در دمای ۷۲ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت انجام شد. برای تعیین رابطه بین وزن خشک اندامهای هوایی گیاه و زمان[1] از فرمول (۱) و برای تعیین میزان فتوسنتز خالص، سرعت رشد محصول[2]، نسبت سطح برگ[3] و وزن مخصوص برگ[4] به ترتیب از فرمولهای ۱، ۲، ۳ و ۴ ارائه شده توسط باتری (۷) و کریمی و صدیک (۱۴) که در قسمت انتهایی این مطلب آمده است استفاده گردید. به منظور بررسی اجزاء عملکرد و ویژگیهای مرفولوژیکی در پایان فصل رشد از هر واحد آزمایشی ۷ بوته به تصادف انتخاب و جهت اندازه‌گیریهای بعدی به آزمایشگاه منتقل شدند. به منظور تعیین عملکرد نیز پس از حذف حاشیه‌ها سطحی معادل ۶/۳ مترمربع برداشت شد. محاسبات آماری مورد نیاز با استفاده از بسته‌های نرم‌افزاری Mstat C و Stat Graphic و رسم گرافها با استفاده از بسته‌های Harvard graphics و Quattro Pro انجام و برای مقایسه میانگینها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

$$W = e^{a + bt + ct^2} \quad (۱)$$

$$NAR = \frac{dw}{dt} \times \frac{1}{LAI} = (b + 2ct)\frac{W}{LAI} \quad (۲)$$

$$CGR = \frac{dw}{dt} = (b + 2ct)\, e^{a + bt + ct^2} \quad (۳)$$

$$LAR = \frac{LA}{W} \quad (۴)$$

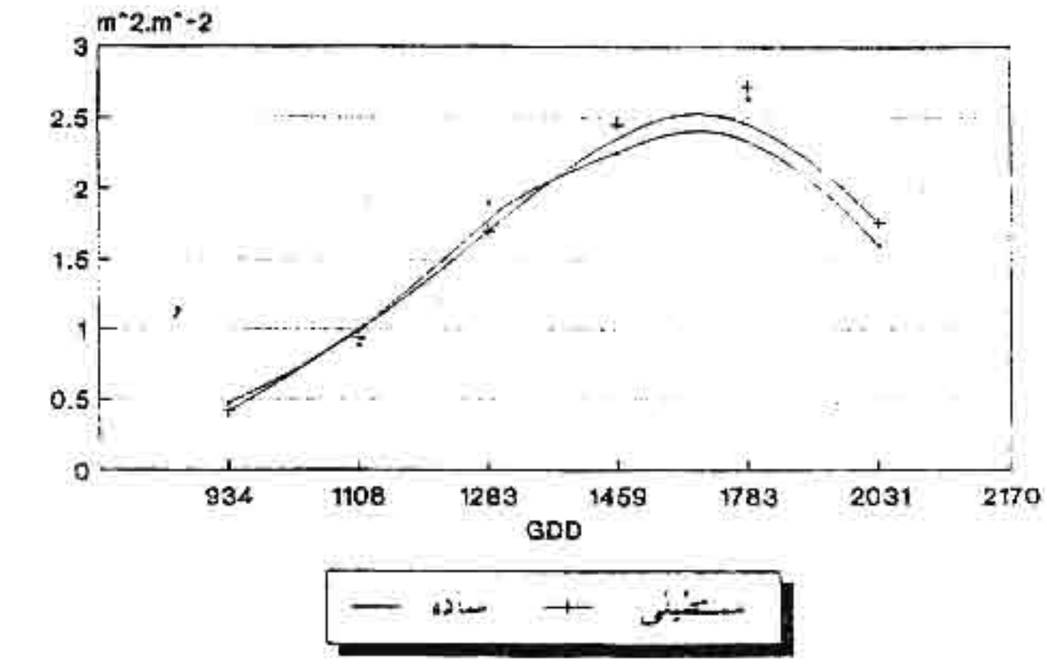
$$SLW = \frac{LA}{W'} \quad (۵)$$

نتایج و بحث

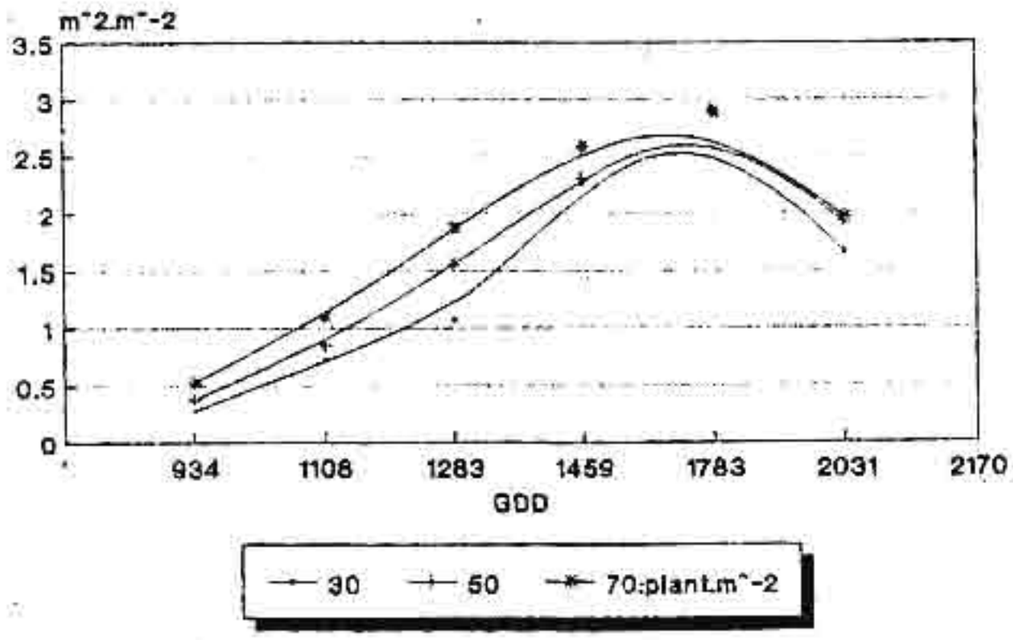
بررسی تغییرات شاخص سطح برگ (LAI): دراین بررسی شاخص سطح برگ مشابه وزن خشک کل گیاه تابع معادله نمایی $Y = e^{a + bt + ct^2}$ می‌باشد. آزمون رگرسیون در سطح احتمال ($P < ۰/۰۱$) معنی‌دار بودن این تابع را برای پیش‌بینی شاخص سطح برگ نسبت به GDD برای تیمارهای مختلف مورد بررسی نشان می‌دهد. منحنی تغییرات شاخص سطح برگ برای الگوهای کاشت نسبتاً مشابه بودند با این تفاوت که سرعت کاهش LAI در الگوی مستطیلی نسبت به الگوی ساده کندتر بود (شکل ۱). به نظر می‌رسد توزیع بهتر تشعشع گیاهی در الگوی مستطیلی عامل ریزش دیرتر برگهای تحتانی در این الگو بوده است. نتایج حاصله حاکی از آن است که با افزایش تراکم، LAI افزایش یافته و با دریافت درجه روز کمتری نسبت به تراکم پایین (۳۰ بوته در مترمربع) به حداکثر سطح برگ رسیده است، افزایش تعداد شاخه‌های جانبی در این تراکم نتوانست کمبود تعداد بوته در واحد سطح را جبران نماید و لذا در سر تا سر دوره رشد، LAI در تراکمهای پایین کمتر بود (شکل ۲).

روشهای زراعی معمولاً نوعی طراحی می‌شوند تا دریافت نور را از طریق پوشش کامل سطح زمین با تغییر تراکم بوته و انتخاب آرایش مناسب کاشت حداکثر نمایند. LAI مهمترین عامل مؤثر در عملکرد است و اگر در زمان کمتری به سطح برگ مطلوب برسد، حداکثر عملکرد حاصل می‌شود (۱۸)، بنابراین در این تحقیق انتظار

1. Growing degree days
2. Crop growth rate
3. Leaf area ratio
4. Specific leaf weight



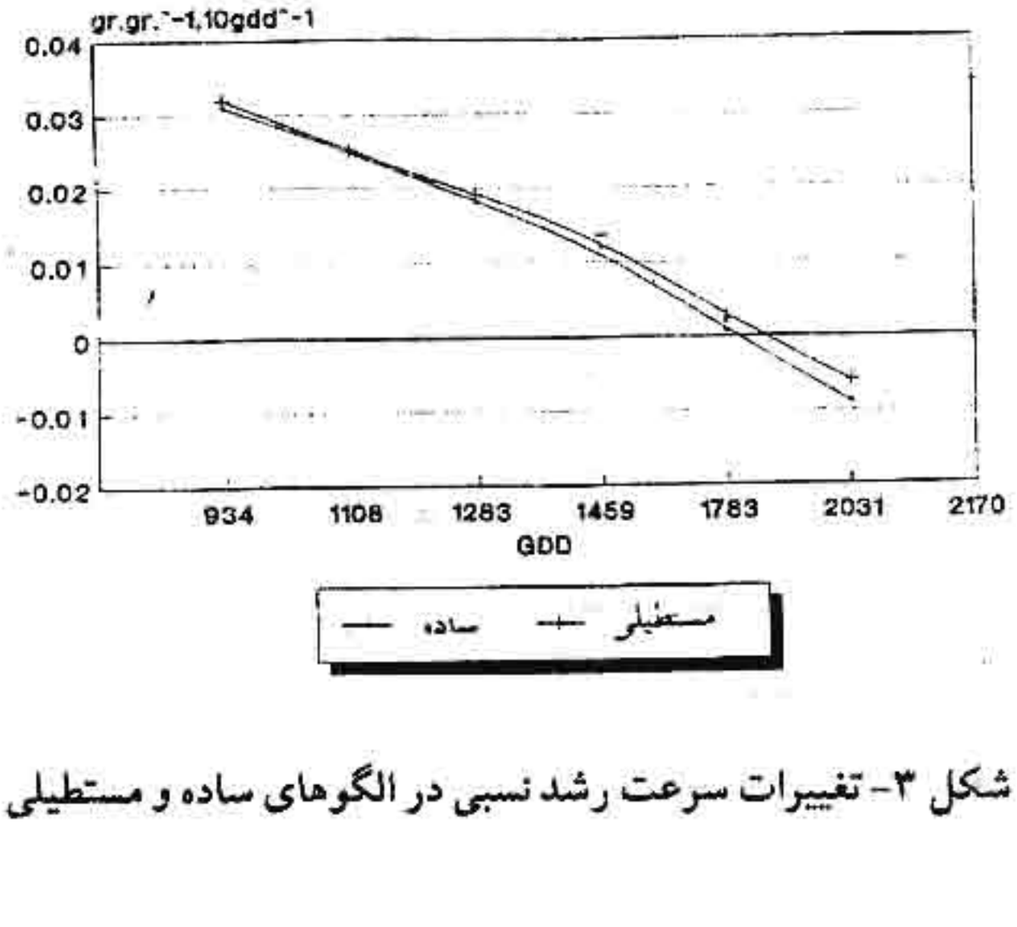
شکل ۱- تغییرات شاخص سطح برگ در الگوهای کاشت



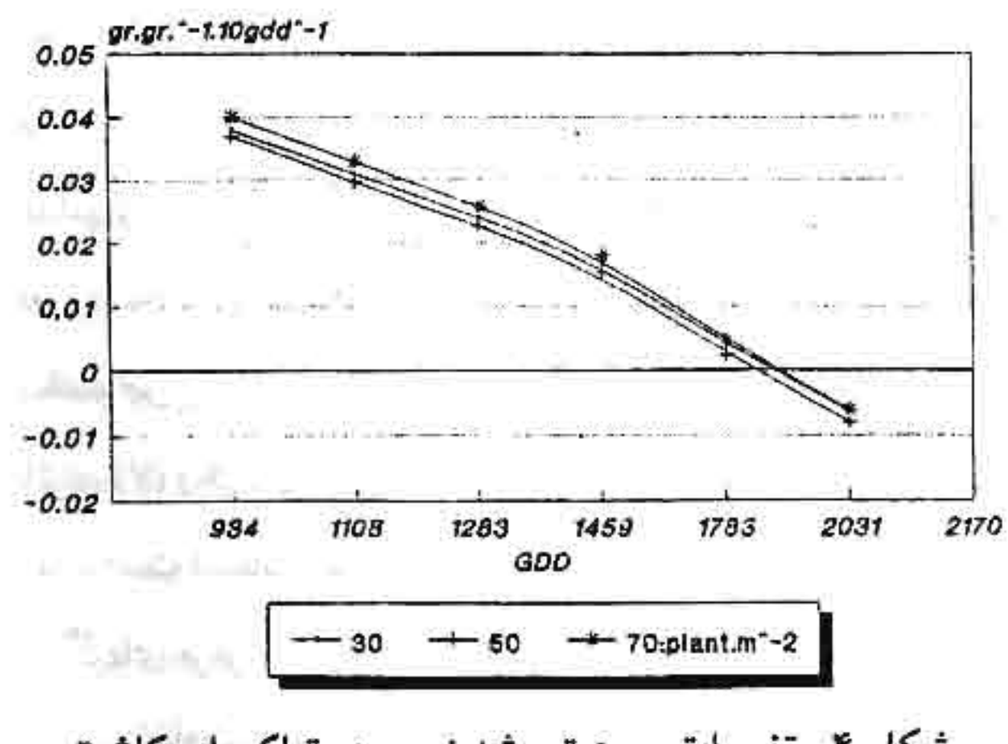
شکل ۲- تغییرات شاخص سطح برگ در تراکمهای مختلف کاشت

داریم در تراکمهای بالا که این شرایط مهیا است عملکرد بالاتر باشد. توسعه آرام سطح برگ در تراکمهای پایین موجب توسعه ضعیف کانوپی و جذب کمتر تشعشع خواهد شد که نتیجه آن عملکرد کمتر است.

تغییرات رشد نسبی (RGR): روند تغییرات سرعت رشد نسبی برای الگوی کاشت در شکل ۳ نشان داده شده است. به طور کلی با گذشت زمان سرعت رشد نسبی به طور خطی کاهش یافت، این کاهش به این دلیل است که قسمتهایی که به گیاه اضافه می‌شود، بافتهای ساختمانی بوده و بافتهای فعال متابولیکی نیستند و چنین بافتهایی سهمی در تولید ندارند. همچنین این کاهش تا اندازه‌ای



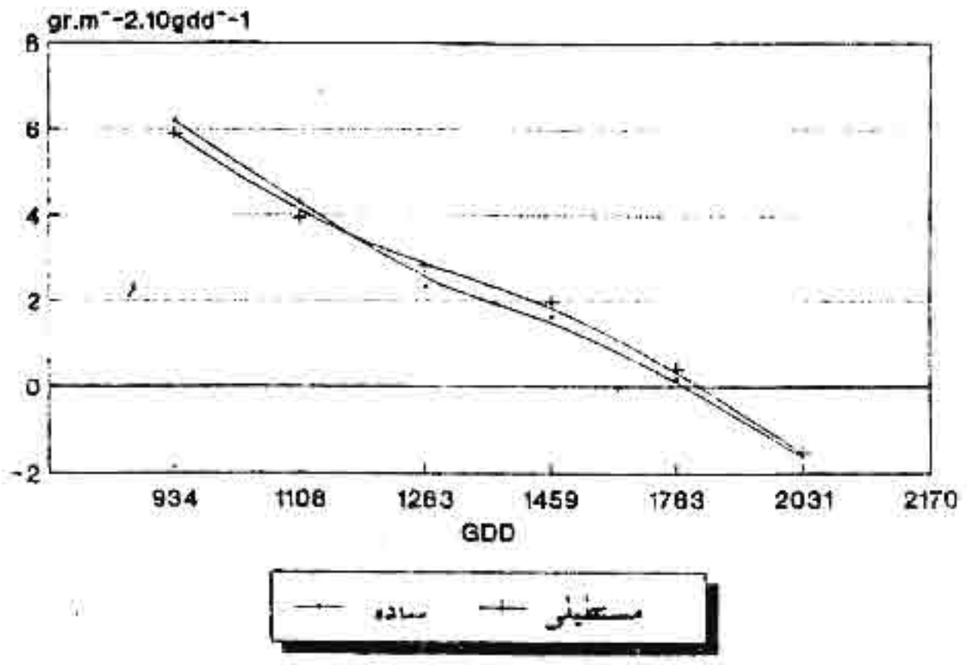
شکل ۳- تغییرات سرعت رشد نسبی در الگوهای ساده و مستطیلی



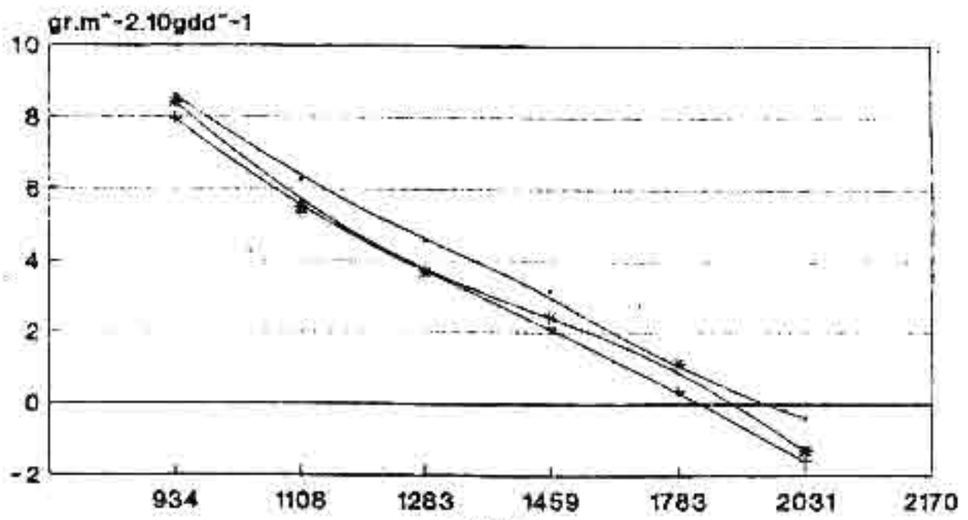
شکل ۴- تغییرات سرعت رشد نسبی در تراکمهای کاشت

تغییرات فتوسنتز خالص برگ (NAR): منحنی تغییرات فتوسنتز خالص بر الگوهای کاشت در شکل ۵ نشان داده شده است، در مراحل اولیه رشد به دلیل حداقل رقابت نوری و سایه‌اندازی، میزان فتوسنتز خالص حداکثر است اما با گذشت زمان و افزایش سطح برگ و متعاقب آن سایه‌اندازی برگها، راندمان تولید در هر برگ

کاهش یافته و لذا NAR با گذشت زمان شروع به کاهش می‌کند. کاهش NAR در الگوی مستطیلی با شیب کندتری همراه است که احتمالاً دلیل آن توزیع مناسب‌تر بوته‌ها روی ردیفهای کاشت و به دنبال آن دریافت بهتر تشعشع توسط کانوپی گیاهانی است که به صورت مستطیلی کشت شده‌اند، هانت (به نقل از منبع شماره ۳) اظهار داشت میزان فتوسنتز خالص با زمان ثابت نمی‌باشد و با افزایش سن گیاه یک روند نزولی در رشد و تکامل نشان می‌دهد و این افت نسبی در محیط نامناسب تسریع می‌شود.



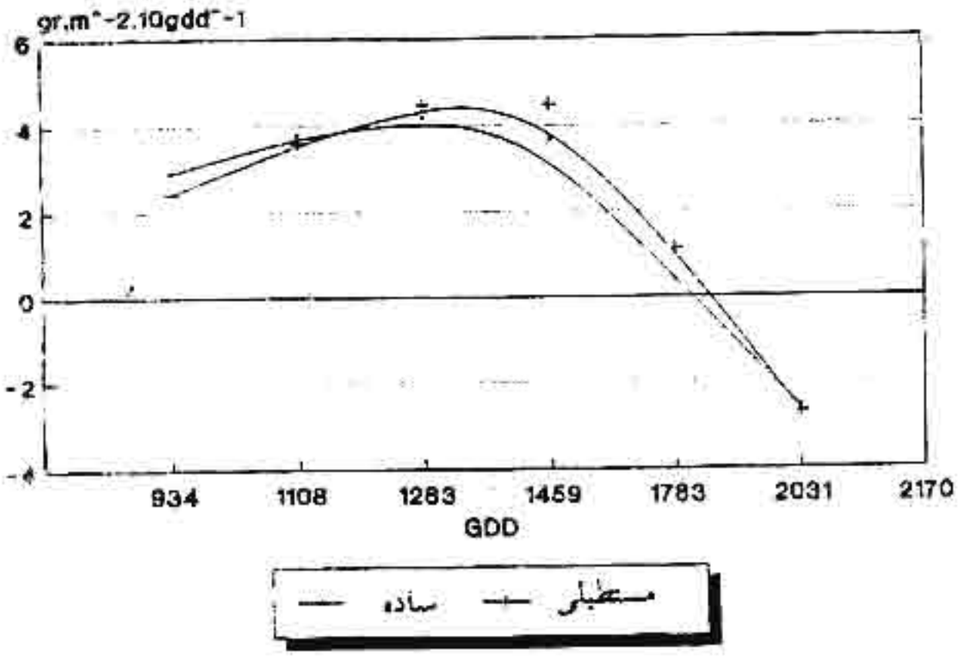
شکل ۵- تغییرات فتوسنتز خالص در الگوهای کاشت



شکل ۶- تغییرات فتوسنتز خالص در تراکمهای کاشت

میزان فتوسنتز خالص برای تراکمهای کاشت در مراحل اولیه رشد حداکثر ولی به‌تدریج و با گذشت زمان روند نزولی پیدا می‌کند. سرعت کاهش NAR در تراکمهای ۵۰ و ۷۰ بوته در مترمربع با شیب تندتری نسبت به تراکم ۳۰ بوته در مترمربع کاهش یافت، رقابت شدید برای دریافت تشعشع و به دنبال آن کاهش سهم هر برگ برای جذب تشعشع از عوامل اصلی افت سریع NAR در تراکمهای بالای کاشت است.

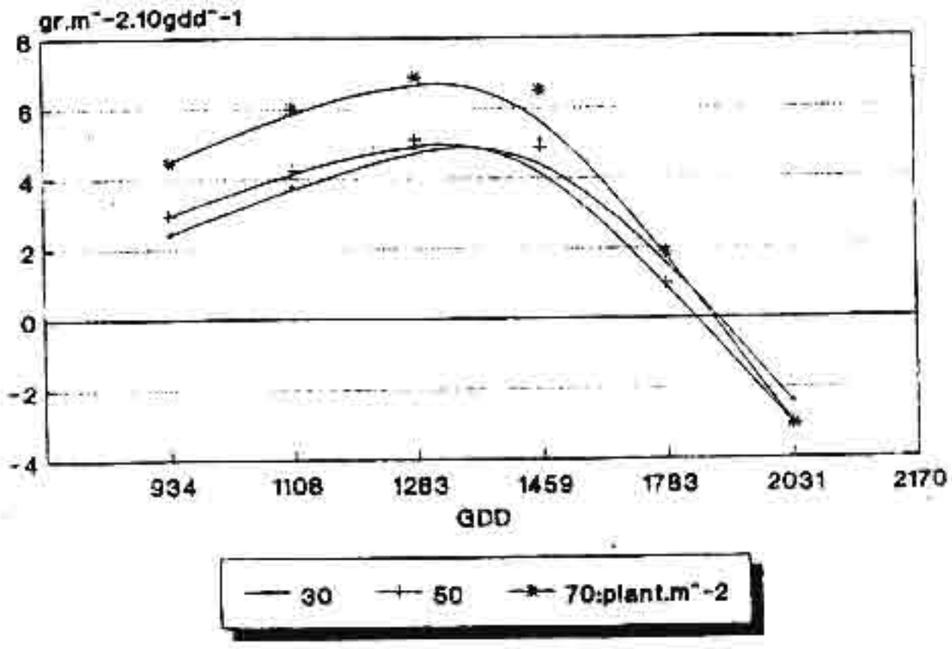
تغییرات سرعت رشد محصول (CGR): منحنی تغییرات سرعت رشد محصول برای الگوی کاشت در شکل ۷ نشان داده شده است. در مراحل اولیه رشد میزان CGR در هر دو آرایش کاشت تا دریافت حدود ۱۳۵۰ درجه روز رشد افزایش یافت اما بعد از آن و در انتهای فصل با شیب نسبتاً تندی کاهش یافت منتهی افت CGR در آرایش مستطیلی نسبت به آرایش ساده ملایمتر بود. شاید سرعت کندتر کاهش NAR در آرایش مستطیلی از دلایل اصلی شیب ملایمتر کاهش CGR در این آرایش باشد.



شکل ۷- تغییرات سرعت رشد محصول درالگوهای کاشت

منحنی تغییرات CGR برای تراکمهای کاشت مؤید کاهش سرعت رشد محصول با افزایش درجه روزهای رشد می‌باشد. سرعت رشد محصول در تراکم ۷۰ بوته در مترمربع حداکثر و تفاوت چشمگیری با دو تراکم دیگر داشت (شکل ۸). در تراکمهای پایین به دلیل شاخص سطح برگ کم (شکل ۲) و به دنبال آن درصد پایین جذب تشعشع توسط پوشش گیاهی این تیمارها میزان CGR در سطح پایینی بود. با گذشت زمان و افزایش شاخه‌زنی در این تیمارها بتدریج LAI و متعاقب آن جذب تشعشع و CGR افزایش یافت. شیلز و وبر (۱۹) اظهار داشتند که اختلاف جذب تشعشع در تراکمهای مختلف، عامل مهم تغییرات CGR است. افزایش نسبی

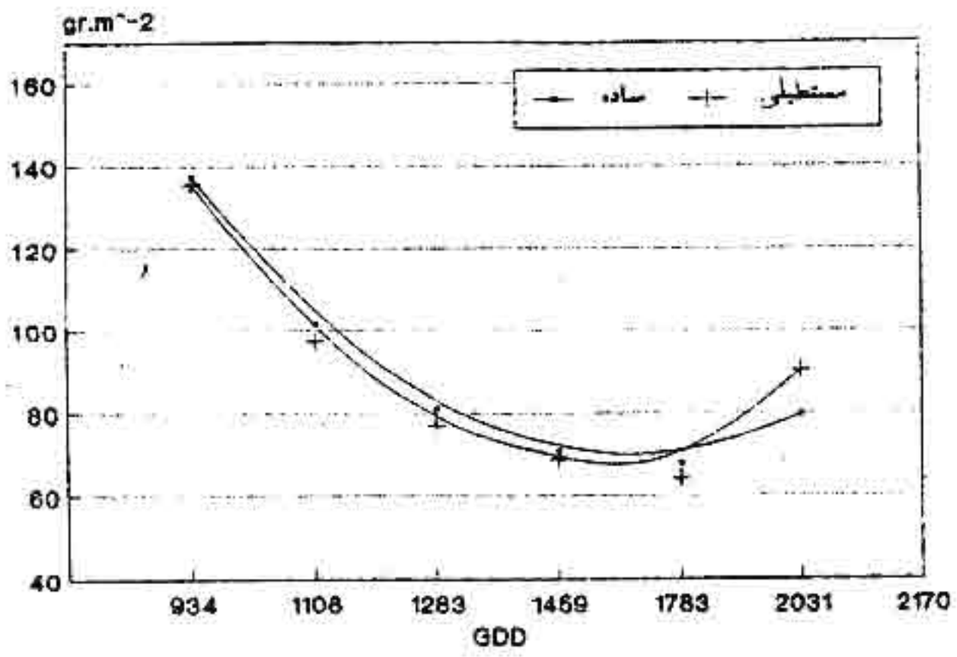
میزان NAR در این تیمارها (۳۰ و ۵۰ گیاه در مترمربع) نتوانسته است ضعف کمبود پوشش گیاهی این تیمارها را جبران نماید. این موضوع شاید بالا بودن CGR را در تراکم ۷۰ گیاه در مترمربع نسبت به سایر تراکمها توجیه نماید. کاستر و همکاران (۸) نیز در مطالعات خود روی ماش (*Vigna radiata*) افزایش CGR را در اثر افزایش تراکم بوته گزارش کردند. در این مطالعه ذکر این نکته ضروری است که در تراکم ۷۰ بوته در مترمربع، LAI در زمان کوتاه‌تری به سطح مطلوب رسیده است و شرایط سطح برگ حداکثر و همزمانی آن با تابش کافی در محیط در این تراکم انطباق بیشتری نسبت به سایر تراکمها داشت، این موارد شاید دلایل بعدی افزایش بیشتر CGR در این تراکم بوده باشد.



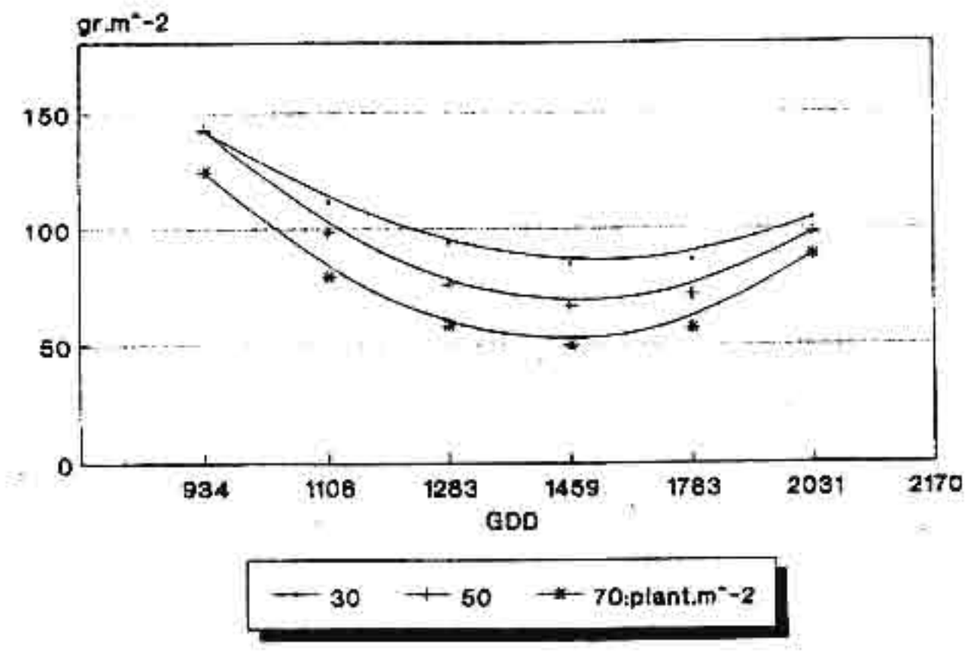
شکل ۸- تغییرات سرعت رشد محصول در تراکمهای کاشت

بررسی تغییرات وزن مخصوص برگ (SLW): تغییرات وزن مخصوص برگ در آرایشهای متفاوت روند مشابهی داشت و در هر دو آرایش کاشت پس از یک کاهش شدید، در مراحل نهایی رشد سیر صعودی پیداکرد (شکل ۹). کاهش سریع SLW در مراحل اولیه رشد و بعد از آن احتمالاً به دلیل افزایش سریع سطح برگ در این مرحله می‌باشد و سیر صعودی آن در مراحل نهایی رشد احتمالاً به‌سبب کاهش سطح برگ می‌باشد، چراکه در این مرحله اغلب برگهای مسن و پیر ریزش می‌کنند و برگهای جوان با ضخامت بیشتر جایگزین آنها می‌شوند نتیجتاً وزن مخصوص برگ افزایش می‌یابد.

منحنی تغییرات وزن مخصوص برگ در تراکمهای مختلف در شکل ۱۰ نمایانگر SLW کمتر تراکمهای متوسط و بالا (۵۰ و ۷۰ گیاه در مترمربع) در طول فصل رشد می‌باشد که علت این پدیده احتمالاً سطح بیشتر برگ در تراکمهای فوق نسبت به تراکم پایین (۳۰ بوته در مترمربع) می‌باشد، به نظر می‌رسد که کاهش اختلاف مقدار SLW در انتهای فصل به ریزش بیشتر برگهای تحتانی در تراکمهای بالا و متوسط و جایگزینی آنها توسط برگهای جوان با ضخامت بیشتر، مربوط می‌شود. درون هوف و شیبلز (۱۰) اظهار داشتند که میزان فتوسنتز در واریته‌های سویا (*Glycine max.* L) به مقدار زیادی بستگی به وزن مخصوص برگ داشت و اظهار داشتند که SLW معیار خوبی برای تعیین میزان فتوسنتز سویا می‌باشد. موندرا و همکاران (به نقل از منبع شماره ۳) در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که افزایش اعضای مصرف کننده سبب افزایش SLW می‌شود و محققین دیگر (۳) نیز اظهار داشتند برگهای با سطح بزرگتر SLW و فتوسنتز ظاهری کمتری نسبت به برگهای کوچک دارند.



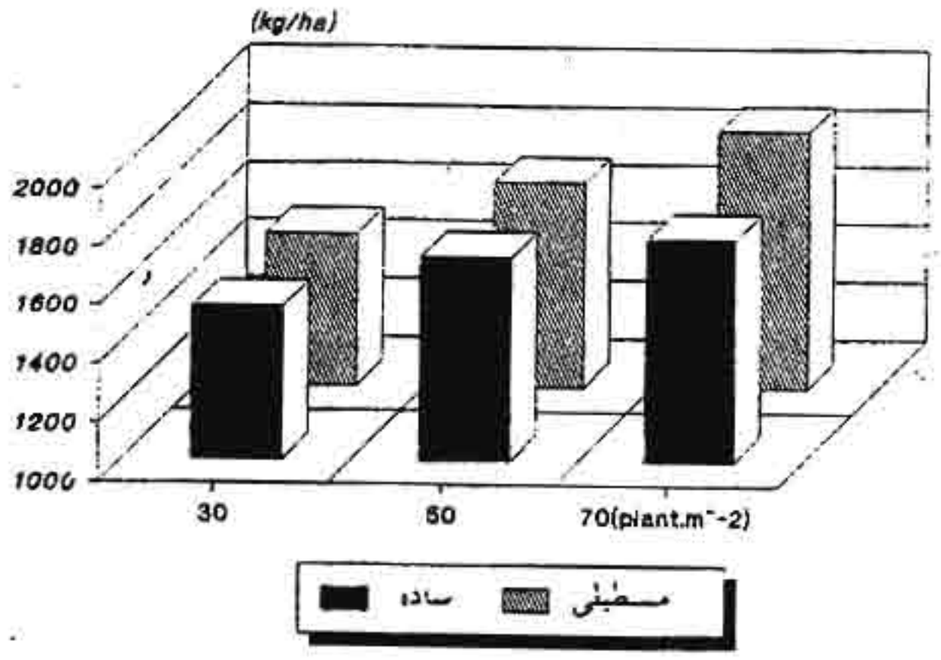
شکل ۹- تغییرات وزن مخصوص برگ در الگوهای کاشت



شکل ۱۰- تغییرات وزن مخصوص برگ در تراکمهای کاشت

عملکرد: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر الگوی کاشت بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود اگرچه عملکرد دانه در آرایش مستطیلی بیش از آرایش ساده کاشت بود. تأثیر تراکمهای کاشت بر عملکرد دانه بسیار معنی‌دار بود، به طوری که تراکمهای ۷۰ و ۳۰ بوته در مترمربع به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را تولید کردند. در تراکمهای پایین به دلیل عدم وجود پوشش گیاهی کافی (شکل ۲) قسمت زیادی از تابش به ویژه در مراحل اولیه رشد از دست رفته و بنابراین سرعت رشد محصول کاهش یافته است. مقادیر بالاتر NAR و روند نزولی ملایمتر آن در طول فصل رشد (شکل ۴) نتوانسته است کمبود سطح برگ را جبران نماید. لذا CGR و متعاقب آن عملکرد دانه در این تراکمها کاهش یافته است. از طرفی LAI در تراکمهای پایین و متوسط با یک تأخیر زمانی نسبتاً زیاد و با مقدار کمتر، به LAI مناسب رسیده است که شاید این دلیل بعدی افت عملکرد در این تراکمها باشد.

اثر متقابل تراکم و آرایشهای کاشت بر عملکرد دانه معنی‌دار ($P < ۰/۰۵$) بود. در این راستا تراکم ۷۰ بوته در مترمربع در آرایش مستطیلی بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد (شکل ۱۱). به نظر می‌رسد تنها در تراکم بالا (۷۰ بوته در مترمربع) آرایش مستطیلی در بهبود عملکرد مؤثر باشد چرا که در تراکمهای پایین اختلاف عملکرد بین آرایشهای کاشت معنی‌دار نیست. عملکرد بالاتر آرایش مستطیلی نتیجه تأثیر مفید اثر متقابل آرایش مستطیلی و تراکم ۷۰ بوته در مترمربع می‌باشد. از آنجا که نخود گیاه رشد نامحدود بوده و غلافها تقریباً به طور یکنواخت در پوشش گیاهی توزیع شده‌اند و نظر به اینکه هر مبدأ مواد فتوسنتزی خود را به نزدیکترین مقصد صادر می‌نماید بنابراین پخش و توزیع تابش در پوشش گیاهی این گیاهان ضروری به نظر می‌رسد و آرایش مستطیلی این شرایط را بهتر مهیا نموده است و لذا عملکرد در این ترکیب تیماری افزایش داشته است. در تراکمهای پایین به دلیل ضعف پوشش گیاهی و عدم رقابت برای دریافت تابش تأثیر آرایش کاشت معنی‌دار نبود.



شکل ۱۱- نمایش اثر متقابل الگوهای کاشت و تراکم بر عملکرد بوته

منابع

۱- باقری، ع.، آ. نظامی، ع. گنجعلی و م. پارسا. ۱۳۷۶. زراعت و اصلاح نخود. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۲- باقری ع.، ا. زند و م. پارسا. ۱۳۷۶. حبوبات تنگناها و راهبردها. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۳- کوچکی، ع. و م. بنائیان اول. ۱۳۷۳. فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی.
۴- گنجعلی، ع و ا. مجیدی. ۱۳۷۶. بررسی تأثیر الگوی کاشت و تراکم بر عملکرد، اجزاء عملکرد و توان فتوسنتزی سویا (*Glycine Max* L.). مجله علوم و صنایع کشاورزی. جلد ۱۱ شماره ۲.
۵- نظامی، ا.، ع. باقری، ع. محمد آبادی و م. لنگری. ۱۳۷۶. بررسی اثرات وجین علفهای هرز و تراکم بر عملکرد و اجزاء عملکرد نخود (*Cicer arietinum*). مجله علوم وصنایع کشاورزی. جلد ۱۱ شماره ۲.
۶- نوروزاده، م.، ۱۳۷۶. بررسی تراکمهای مختلف کاشت بر عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام نخود. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
7- Buttery, B. R. 1969. Analysis of growth of soybean affected by plant population and fertilizer. Can. J. Plant Sci. 49: 675-689.
8- Castro, J. and P. Aguiar Pinto. 1989. Plant density effect on the growth of winter faba bean (*Vicia faba* L. *var. minor*). Fabis Newsletter. 25: 26-30.
9- Dhingra, K. K., M. S. Dhillon and D. S. Grewal. 1986. Effect of plant population and row spacing on light interception and grain yield of

chikpea under late sown condition. Int. J. Trop. Agric. 6: 245-250.

10- Dronhoff. G. M., and R. M. Shibles. 1970. Varietal differentes in photosynthesis of soybean leaves. Crop Sci. 10: 42-45.

11- Duncan, W. G. 1986. Planting pattern and soybean yield. Crop Sci. 26: 584-586.

12- Egli, B. D. and Y. Zhen. Wen. 1991. Crop grwoth rate and seed per unit area in soybean. Agron. J. 31: 439-442.

13- Hughes, G., J. D. H. Keatinge and N. F. Dee. 1986. Solar radiation interception and utilization by chikpea crops in northerns Syria. J. Agric. Sci. 108: 419-424.

14- Karimi, M. M., and K. H. M. Siddique. 1991. Crop growth and realative growth rates of old and modern wheal cultivars. Aus. J. Agric. Rds. 42: 13-20.

15- Koller, H. R. and W.E., Nyquist. 1970. Growth analysis of the soybean community. Crop Sci. 10.407-412.

16- Leach. G. L. and D. F. Beech. 1988. Response of chikpea acession to row spacing and plant density on a vertisoil on the Darling Dowons Southeatern Queensland. 2- Radiation interception and water use. Aust. J. Exp. Agric. 28: 377-385.

17- Petr, J., V. Hosnedi, 1976. Phenological stayes for peas and beans. Sbornik VSZ proha.

18- Saxena, N. P. and A. R. Sheldrake, 1980. Physiology of Growth, Development and Yield of Chikpeas in India. ICRISAT.

19- Shibles, R. M., and C. R. Weber. 1966. Interception of solar radiation and dry matter production by various soybean plantig pattern. Crop Sci. 6: 55-59.

20- Singh, A., A. Prsad and R. K. Sharma. 1988. Effect of plant type and population density on growth and yield of chickpea. J. Agric. Sci. 1: 13-30.

21- Stell, R. C. D. and J. H. Torrie. 1986. Principles and Procedures of Statistics. MC Grow-Hill Co. New York.

Effect of plant population density and planting pattern on trend of growth indices of chikpea (*cicer arientinum* L.) in Neishabour region

A. Gandjali - S.Maleksadeh - A.R. Bagheri[1]

Abstract

In order to study the effect of plant population density and planting pattern on trend of growth indices of chikpea, an experiment was conducted during 1997-98 growing season at the research station in Neishabour College of Agriculture. Two planting patterns (simple and rectangular) and three population densities (30, 50 and 70 plants. m^{-2}) were compared in split plot factorial arrangement in a randomized complete block design. Growth indices were analysed based on growing degree days. Results showed that with increasing plant population density, LAI and CGR were increased. Effect of rectangular planting pattern in low population density (3 plant.m^{-2}) was not significant. The highest yield was obtained in rectangular planting pattern and population density of 70 plant.m^{-2} . Canopy obtained from rectangular planting pattern was distributed uniformly and condition near equdistant has been able to more efficiently utilize environmental factors especially light. So that, yield increased more than simple planting pattern.

1. Contribution from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.