نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد دوازدهم، شماره سوم، پاییز ۹۸
۵۳-۶۸
http://ejcp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejcp.2019.15494.2157

تأثیر تراکم گیاهی و تاریخ کاشت بر شاخص‌های رشد و مهار علف‌های هرز نخود (*Cicer arietinum* L.)

براتعلی رشیدزاده[۱]، الهام الهی‌فرد[۲*]، عبدالرضا سیاهپوش[۳]، محمد فرخاری[۴]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

[۲، ۳ و ۴]استادیاران گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۰۳

چکیده

سابقه و هدف: تعیین بهترین و مناسب‌ترین زمان کاشت و تراکم گیاهی برای حصول عملکرد بالا و با کیفیت مطلوب ضروری است. این آزمایش به منظور تعیین مناسبترین تاریخ کاشت و تراکم گیاهی با در نظر گرفتن میزان مهار علف‌های هرز در نخود دیم در شهرستان کوهدشت اجرا شد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار با سه تاریخ کاشت (۱ بهمن، ۲۰ بهمن و ۱۰ اسفند ماه) و چهار تراکم گیاهی (۱۶، ۳۲، ۴۸ و ۶۴ بوته در مترمربع) در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در شرایط اقلیمی شهرستان کوهدشت اجرا شد. نمونه‌گیری از بوته‌های نخود و علف‌های هرز شش هفته پس از کاشت آغاز شد و تا انتهای چرخه رشد با فاصله زمانی هر ۱۰-۷ روز ادامه یافت. روند تغییرات ماده خشک کل (W_{max}) و حداکثر شاخص سطح برگ (LAI_{max}) در مقابل روزهای پس از کاشت (t) به‌ترتیب با توابع خطی-نمایی بریده و بتا توصیف شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد روند تغییرات ماده خشک و شاخص سطح برگ در طی فصل رشد از منحنی نمایی بریده و بتا تبعیت کرد، به طوری که در تاریخ‌های کاشت اول، دوم و سوم، دامنه تغییرات W_{max} در تراکم‌های گیاهی ۱۶ تا ۶۴ بوته در متر مربع، در شرایط عاری از علف‌های هرز، به‌ترتیب ۳۷۱/۷۰-۱۵۴/۹۰، ۳۱۰/۸۰-۱۱۹/۶۰ و ۱۸۷/۹۰-۶۰/۸۷ گرم ماده خشک در متر مربع و در شرایط آلوده به علف‌های هرز به‌ترتیب ۲۶۶/۶۰- ۹۸/۶۹، ۱۸۶/۹۰-۵۶/۷۸ و ۱۱۴/۰۰-۳۵/۵۳ گرم ماده خشک در متر مربع نوسان داشت. مقادیر پارامتر LAI_{max} در تاریخ‌های کاشت اول، دوم و سوم در تراکم‌های گیاهی ۱۶ تا ۶۴ بوته در متر در شرایط عاری از علف‌های هرز، به‌ترتیب ۹/۳۲-۰/۴۹، ۷/۹۷-۰/۴۶ و ۴/۵۰-۰/۳۹ گرم و در شرایط آلوده به علف‌های هرز ترتیب ۶/۲۵-۰/۳۹، ۵/۱۸-۰/۶۹ و ۲/۷۹-۰/۲۱ گرم برآورد شد. ماده خشک علف‌های هرز در کرت‌های آلوده با گذشت زمان افزایش یافت. به طوری که میزان وزن خشک علف‌های هرز در تاریخ کشت سوم (۱۰ اسفند) بیشتر از دو تاریخ کشت دیگر بود. همچنین، بیشترین درصد کاهش عملکرد در تاریخ کاشت دوم در تراکم ۱۶ بوته در متر مربع اتفاق افتاد. به طور کلی تاریخ کاشت اول با ترکم کاشت ۴۸ بوته در متر مربع با عملکردی معادل ۱۷۰۳/۳۲ کیلوگرم در هکتار بذر نخود نسبت به تراکم گیاهی مشابه در تاریخ‌های کاشت دوم (۱۵۳۴/۳۷ کیلوگرم در هکتار) و سوم (۴۷۰/۵۵ کیلوگرم در هکتار) بهترین تیمار بود.

نتیجه‌گیری: حداکثر کاهش ماده خشک تولیدی، و شاخص سطح برگ بوته‌های نخود در شرایط آلوده به علف‌های هرز نسبت

[*]مسئول مکاتبه: e.elahifard@asnrukh.ac.ir

به وجین در هر سه تاریخ کاشت مشاهده شد. به‌طوری‌که کاهش مقادیر پارامترهای مذکور در تراکم‌های گیاهی کمتر، بیشتر از تراکم‌های گیاهی بیشتر بود. به‌عبارتی، با افزایش تراکم گیاهی، کشاورز قادر خواهد بود تا حدود زیادی از اُفت عملکرد ناشی از رقابت با علف‌های هرز جلوگیری نماید. با مقایسه تاریخ‌های کاشت نخود از نظر حداکثر ماده خشک تولیدی، شاخص سطح برگ بوته‌های نخود و درصد کاهش عملکرد می‌توان اظهار داشت که شرایط برای رشد و نمو نخود در تاریخ کاشت اول بهتر بوده است.

واژه‌های کلیدی: تغییرات ماده خشک، شاخص سطح برگ، کاهش عملکرد

مقدمه

نخود (*Cicer arietinum* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان خانواده بقولات است که به جهت سرشار بودن از پروتئین (۳۲-۱۸ درصد ماده خشک) و عناصر کلسیم و آهن اهمیت زیادی در جیره غذایی انسان دارد (۱۷). بر اساس گزارش سازمان غذا و کشاورزی، ایران با سطح زیر کشت حدود ٥٦٦ هزار هکتار و تولیدی در حدود ۲۷۲ هزار تن به‌عنوان نهمین کشور تولیدکننده این محصول در جهان به شمار می‌رود (۱۰). خصوصیاتی چون اختلال در چرخه زندگی آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز (۲۷)، بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک و توانایی همزیستی با باکتری‌های ریزوبیوم و تثبیت نیتروژن مولکولی هوا در خاک (۱۷) باعث شده است که نخود جایگاه ویژه‌ای در تناوب زراعی داشته باشد، به‌طوری‌که یکی از اصلی‌ترین گیاهانی است که در شرایط دیم در تناوب با گندم و جو قرار می‌گیرد. بااین‌وجود، به دلیل استقرار ضعیف گیاهچه، سرعت رشد آهسته در مراحل اولیه چرخه زندگی و کوچک بودن ابعاد برگ‌ها و اندازه بوته‌ی آن توان رقابتی زیادی با علف‌های هرز ندارد و در این شرایط به‌ویژه در اراضی دیم که در آن کاربرد سموم شیمیایی رایج نیست، آسیب زیادی می‌بینند (۷). مصرف کارآمدتر آب توسط علف‌های هرز ممکن است شدت خشکی را در شرایط دیم افزایش دهد (۲۳). بیشتر گونه‌های علف‌های هرز می‌توانند سریع‌تر از نخود رشد کنند و از رشد و دریافت تابش توسط این گیاه ممانعت و میزان فتوسنتز، تولید و سهولت برداشت آن را به‌شدت تحت تأثیر قرار دهند (۹). در این راستا گزارش‌شده است که در صورت کنترل ضعیف یا عدم کنترل علف‌های هرز، اُفت عملکرد نخود ممکن است به بیش از ۸۵ درصد و حتی ۱۰۰ درصد هم برسد (١٤ و ۲۱).

تاریخ کاشت در مورد گیاهانی نظیر نخود که در مناطق خشک و در شرایط دیم با تکیه بر رطوبت ذخیره‌شده در خاک کشت می‌شوند، اهمیت بسیاری دارد (۳). در مناطق سرد ایران به‌طور معمول کشت نخود در فصل بهار انجام می‌شود اما کاشت زود و به‌موقع در شرایط دیم موجب خواهد شد که گیاه نخود به‌خوبی از بارش‌های بهاره استفاده کرده و مقدار چشمگیری از نیاز آبی خود را برطرف سازد (٢٤). از دیدگاه مدیریت تلفیقی علف‌های هرز نیز انتخاب تاریخ کاشت مناسب می‌تواند به‌عنوان ابزار مفیدی برای کنترل علف‌های هرز در نظر گرفته شود چرا که این عامل مدیریت زراعی به‌شدت، زمان نسبی سبز شدن گیاهچه انواع زراعی و رویش گونه‌های مختلف علف‌های هرز را تحت تأثیر قرار می‌دهد (١٦).

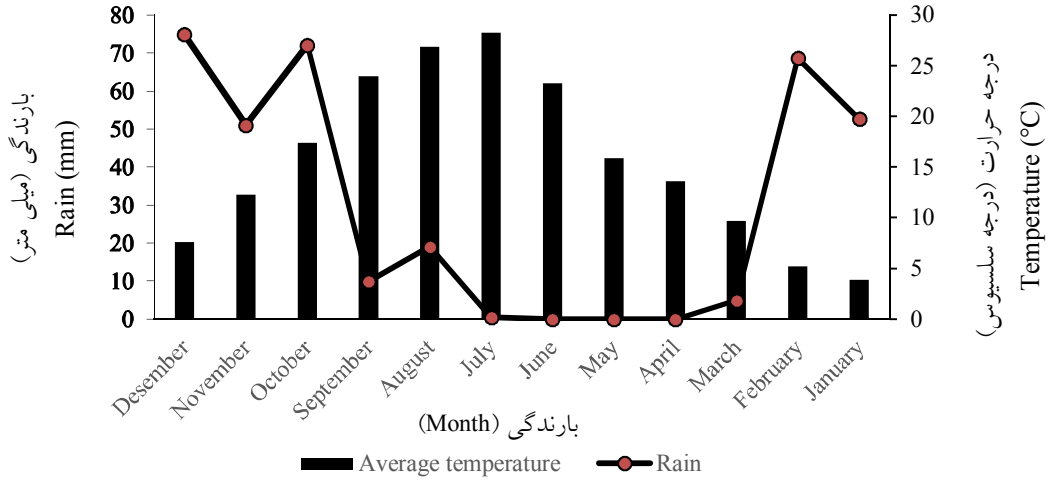
استفاده از روش‌های زراعی نظیر تغییر فواصل بین ردیف، برای توسعه توان رقابتی گیاهان زراعی و مهار رشد علف‌های هرز یا کاهش اثرات رقابتی آن‌ها بر گیاهان زراعی، عمدتاً به پیش دستی در مصرف منابع

رشد نظیر آب، عناصر غذایی و نور توسط گیاه زراعی بستگی داشت (۲ و ۱۱). با کاهش فاصله ردیف کاشت، کارایی گیاه در استفاده از نور قابل دسترس افزایش یافته و موجب سایه‌اندازی بیشتر گیاهان روی علف‌های هرز بین ردیف کاشت شده و در نهایت باعث کاهش تداخل آنها گشت (۱). این مورد به ویژه در گیاهان زراعی نظیر حبوبات که به صورت ردیفی و در تراکم کمتری کشت می‌شوند موثر می‌باشد (۲۲). بر اساس بسیاری از مطالعات انجام شده فواصل ردیف کاشش یافته در پوشش گیاهی در ممانعت از سبز شدن و آلودگی مزرعه به علف‌های هرز و نیز کاهش بنیه علف‌های هرز سبز شده موثرهستند (۲۲).

بنابراین، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر تراکم بوته و تاریخ‌های مختلف کاشت بر کنترل علف‌های هرز نخود در شهرستان کوهدشت (استان لرستان) انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در شرایط اقلیمی (شکل ۱) شهرستان کوهدشت (۴۷ درجه و ۳۶ دقیقه درازای خاوری و ۳۳ درجه و ۳۲ دقیقه پهنای شمالی و ارتفاع ۱۱۹۵ متری از سطح دریا) اجرا شد.



شکل ۱- وضعیت آب و هوا درطول سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵

Figure 1- Weather condition in 2017-2018 growing year

جدول ۱- آنالیز خاک مزرعه محل آزمایش (عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری)

Table 1- Soil analysis of experimental field (Depth from 0-30 cm)

بافت خاک Soil texture	اجزای بافت خاک Soil texture component			EC[1] (dS m^{-1})	pH	ESP[2] (%)	SAR[3] (mmole L^{-1})	پتاسیم قابل جذب (قسمت در میلیون) Potassium Absorbable (ppm)	فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون) Phosphorus Absorbable (ppm)	OC[4] (%)
	Sand شن (%)	Clay رس (%)	Silt سیلت (%)							
Loam	23	19	48	0.76	7.6	18.45	4.67	210	11.5	0.77

علائم اختصاری: [1]هدایت الکتریکی؛ [2]درصد سدیم قابل تبادل؛ [3]نسبت جذب سدیم؛ [4]کربن آلی

Abbreviation: [1]Electrical conductivity; [2]Exchangeable sodium percentage; [3]Sodium adsorption ratio; [4]Organic carbon.

بر اساس جدول آنالیز خاک (جدول ۱) میزان ٤٠ کیلوگرم در هکتار کود اوره به‌عنوان استارتر به خاک اضافه شد. همچنین میزان ۱۲۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم در هکتار قبل از کاشت و همراه با شخم استفاده شد.

آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تاریخ کاشت در سه سطح (۱ بهمن، ۲۰ بهمن و ۱۰ اسفند ماه) به‌عنوان فاکتور اصلی و تراکم گیاهی در چهار سطح (١٦، ۳۲، ٤٨ و ٦٤ بوته در مترمربع) به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. کرت‌های آزمایشی ۵ متر طول و ۳ متر عرض داشتند. هر کرت از طول به دو بخش تقسیم و علف‌های هرز در یک بخش تا پایان دوره رشد وجین شد و بخش دیگر به‌عنوان شاهد آن (کرت آلوده به علف‌هرز) در نظر گرفته شد. کشت نخود (رقم آزاد) به صورت مسطح در شرایط دیم انجام شد. آماده‌سازی مزرعه با انجام شخم پاییزه در اواخر آبان ماه و دو مرتبه دیسک و تسطیح زمین با لولر پیش از کاشت تکمیل شد. بذرها پس از ضدعفونی با قارچ‌کش بنومیل (دو در هزار) به صورت دستی در عمق حدود پنج سانتی‌متری خاک کشت شدند. نمونه‌گیری تخریبی از گیاه زراعی و علف‌های هرز (از دو بخش هر کرت) به منظور اندازه‌گیری سطح برگ نخود و وزن خشک نخود و علف‌های هرز پس از شش هفته از کاشت آغاز شد و تا پایان چرخه رشد گیاه زراعی (۱۰ مرتبه) ادامه یافت. برای این منظور، از کادر مربعی با طول و عرض ۵۰ سانتی‌متر استفاده شد. ماده خشک گیاه زراعی و علف‌های هرز پس از سه روز قرار گرفتن در آونی با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد توزین شد. وزن هزار دانه و عملکرد دانه در هر کرت با برداشت محصول از مساحتی معادل یک متر مربع تعیین شد.

به‌منظور توصیف روند تغییرات تجمع ماده خشک (W) نخود در برابر زمان پس از کاشت (X) از مدل رگرسیونی نمایی خطی بریده[1] (رابطه ۱) (۱۲، ۱۵ و ۲۸) استفاده شد:

$$W = \begin{cases} \frac{cm}{rm}\ln[1+e^{rm\,(x-t0)}] & if\ \ x < t0+\frac{wmax}{cm} \\ Wmaxif & \mathrm{x} \geq \mathrm{t0}+\frac{wmax}{cm} \end{cases}$$ رابطه (۱)

که در این رابطه W_{max}، حداکثر مقدار تجمع ماده خشک؛ c_m، حداکثر سرعت رشد محصول در فاز خطی رشد؛ r_m، حداکثر سرعت رشد نسبی در فاز نمایی رشد؛ و t_0، زمان از دست رفته تا شروع فاز خطی رشد می‌باشد. بر اساس این مدل، در زمان t_0+W_{max}/c_m، رشد گیاه به پایان می‌رسد (طول دوره رشد) و پس از آن، رشد به طور ناگهانی، وارد فاز سوم می‌شود و این مدل یک دوره عدم رشد را در فاز سوم رشد گیاه (فاز پیری) پیش‌بینی می‌کند. در واقع، این مدل، پس از فاز نمایی اولیه، یک دوره رشد خطی طولانی، قبل از پایان دوره رشد را پیش‌بینی می‌کند و سپس به‌طور ناگهانی، رشد را به پایان می‌رساند.

برای توصیف روند تغییرات شاخص سطح برگ در طول دوره رشد گیاه، از مدل بتا[2] (رابطه ۲) (۱۲ و ۲۸) استفاده شد:

$$\mathrm{y} = \mathrm{lmax}\left[\left(\frac{\mathrm{te}-\mathrm{x}}{\mathrm{te}-\mathrm{tm}}\right)\left(\frac{\mathrm{x}}{\mathrm{tm}}\right)^{\frac{\mathrm{tm}}{\mathrm{te}-\mathrm{tm}}}\right]^{\delta}$$ رابطه (۲)

به‌طوری‌که در این مدل، x، زمان پس از کاشت (روز)؛ y، مقدار شاخص سطح برگ؛ LAI_{max}، حداکثر شاخص برگ؛ t_m، زمان وقوع حداکثر شاخص سطح برگ؛ t_e، زمان پایان رشد برگ (که در آن شاخص سطح برگ صفر می‌باشد)؛ و δ یک ضریب ثابت در مدل می‌باشد.

1. Truncated Exploiter
2. Beta

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS9.2 و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

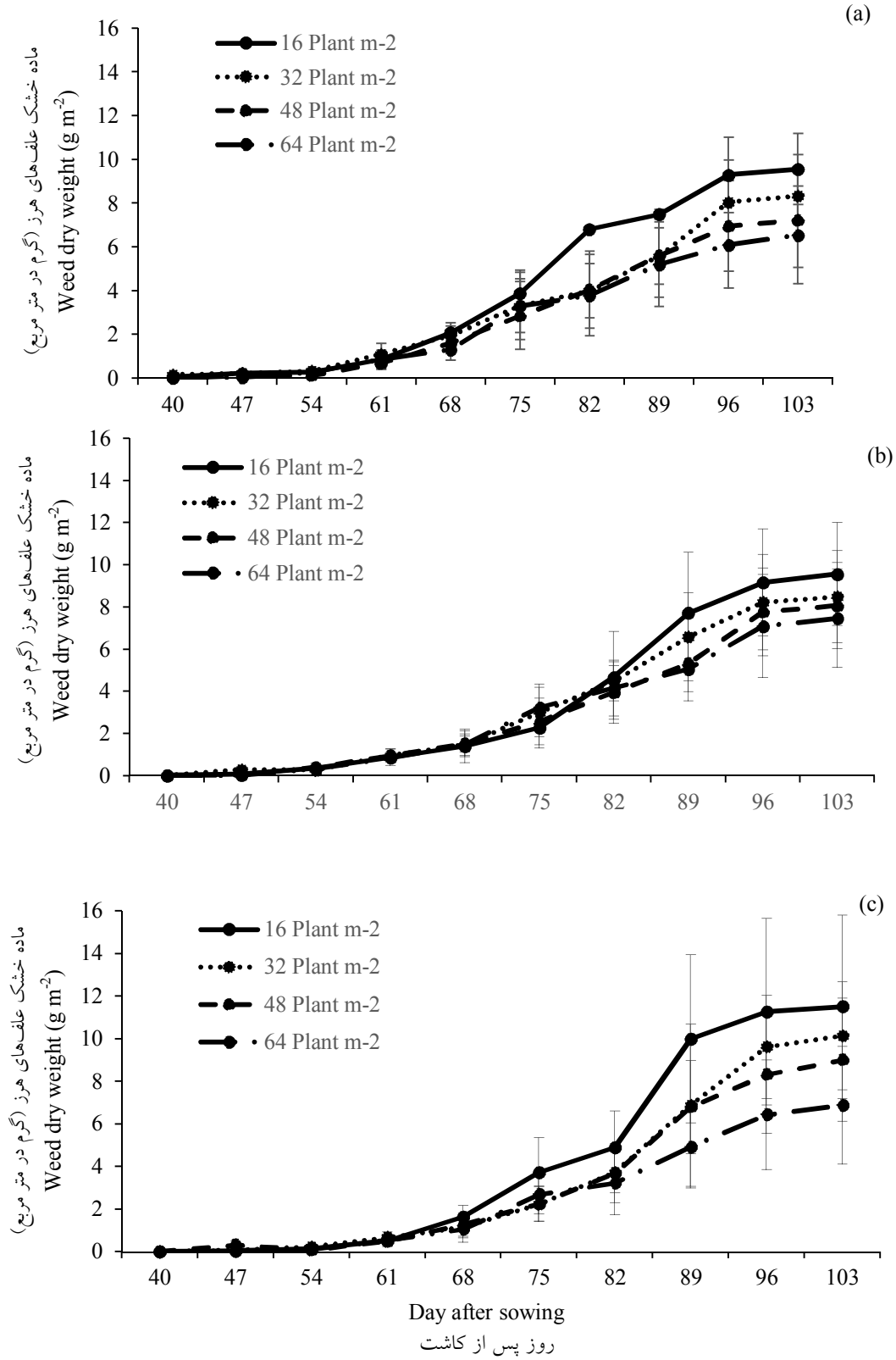
علف‌های هرز غالب در مزرعه پژوهشی شامل بی‌تی‌راخ (*Galium aparine* L.)، گلرنگ وحشی (*Carthamus oxycantha* L.)، ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia villosa* Roth.) و صابونک (*Vaccaria pyramidata* Medik.) بودند. ماده خشک علف‌های هرز در کرت‌های آلوده با گذشت زمان از کاشت نخود افزایش یافت (شکل ۲). در هر تاریخ کاشت، میان تراکم‌های گیاهی از نظر مقدار ماده خشک علف‌های هرز، تفاوت وجود داشت (شکل ۲). برای مثال، مقدار ماده خشک علف‌های هرز در تاریخ کاشت اول بهمن، پس از گذشت ۸۲ و ۸۹ روز از کاشت در تراکم گیاهی ۱۶ بوته در مترمربع، به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر تراکم‌های گیاهی در این تاریخ کاشت بود؛ در حالی‌که در ۹۶ و ۱۰۳ روز پس از کاشت، اختلاف معنی‌داری میان تراکم‌های گیاهی مشاهده نشد (شکل ۲). همچنین، در تاریخ‌های کاشت ۲۰ بهمن و ۱۰ اسفند، اختلاف معنی‌داری میان تراکم‌های گیاهی از نظر ماده خشک علف‌های هرز مشاهده نشد (شکل ۲). درحالی‌که، روند افزایش میزان ماده خشک در پایان فصل رشد نسبت به ابتدای فصل رشد در هر سه تاریخ کاشت اختلاف معنی‌دار داشت (شکل ۲).

نتایج بررسی تأثیر تاریخ کاشت و تراکم گیاهی بر وزن خشک علف‌های هرز (شکل ۲) نشان داد که در تاریخ کاشت اول، کمترین میانگین وزن خشک (۶/۵۴ گرم در مترمربع) متعلق به تراکم گیاهی ۶۴ بوته در مترمربع و بیشترین میانگین وزن خشک (۹/۵۵ گرم در مترمربع) متعلق به تراکم گیاهی ۱۶ بوته در مترمربع بود (شکل ۲). این مقادیر در تاریخ‌های کاشت دوم و سوم به ترتیب ۷/۴۶ و ۹/۵۶ گرم در مترمربع و ۶/۸۷ و ۱۱/۵۱ گرم در مترمربع بود. بنابراین، میزان وزن خشک علف‌های هرز در تاریخ کشت سوم (۱۰ اسفند) در تراکم‌های مذکور بیشتر از دو تاریخ کشت دیگر بود. نتایج آزمایش‌های مختلف مبین آن است که با افزایش تراکم گیاه زراعی، زیست توده علف‌های هرز و همچنین سایر صفات مرتبط با فراوانی علف‌های هرز کاهش می‌یابند (۱۴). به‌طوری‌که، طی بررسی ۹۱ مقاله، تنها در ۶ مورد، افزایش تراکم گیاهی گیاه زراعی، موجب کاهش توان رقابت علف‌های هرز نشده است (۱۱). آزمایش بلکشاو[1] (۴) نشان داد که با افزایش تراکم گلرنگ زراعی (۱۲ تا ۱۹۲ گیاه در مترمربع) زیست توده علف هرز دم‌روباهی سبز (*Setaria viridis* L.) کاهش یافت. همچنین، در رابطه با نخود گزارش شد که با افزایش تراکم گیاهی به ۵۵ بوته در مترمربع، ماده خشک علف‌های هرز کاهش یافت؛ درحالی‌که، بیشترین مقدار ماده خشک علف‌های هرز در کمترین تراکم نخود (۳۵ بوته در مترمربع) به‌دست آمد (۱۳).

وزن خشک کل (TDW[2]) نخود: نتایج نشان داد که با افزایش تراکم گیاهی نخود، حداکثر مقدار تجمع ماده خشک (w_{max}) افزایش یافت (جدول ۲ و شکل ۳). مقادیر خطای استاندارد برآورد پارامترها نشان داد که در هیچ یک از تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری از نظر حداکثر سرعت رشد نسبی در فاز نمایی رشد (r_m) بین کرت‌های عاری و آلوده به علف‌هرز وجود نداشت (جدول ۲).

در هر تیمار، مقدار w_{max} برای کرت وجین شده به‌طور معنی‌داری بیشتر از مقدار به‌دست آمده برای بخش آلوده به علف‌هرز بود.

1. Blackshaw
2. Total Dry Weight



شکل ۲- تأثیر تراکم‌های مختلف کاشت نخود بر وزن خشک علف‌های هرز در تاریخ کاشت اول بهمن (الف)، ۲۰ بهمن (ب) و ۱۰ اسفند (ج)

Figure 2- Effect of sowing density of chickpea on weed dry weight in sowing date of sowing date of 20th January (a), 8th February (b) and 28th February (c)

همچنین، در هر تیمار برآوردهای بزرگ‌تری از حداکثر سرعت رشد محصول در فاز خطی رشد (c_m) برای کرت‌های عاری از علف‌هرز به دست آمد. با این حال، با در نظر گرفتن حدود اطمینان برآورد این پارامتر تفاوت بین کرت‌های عاری و آلوده به علف‌هرز در برخی تیمارها از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۲).

در تاریخ کاشت اول بهمن، مقدار w_{max} به‌دست آمده در شرایط وجین شده برای تراکم‌های ٤٨ و ٦٤ بوته در متر مربع (به‌طور متوسط ٣٦٩/١٥ گرم بر متر مربع) به‌طور معنی‌داری بیشتر از تراکم ٣٢ بوته در متر مربع (٢٩٣/٦٠ گرم بر متر مربع) و برای این تیمار نیز به‌طور معنی‌داری بیشتر از مقدار به‌دست‌آمده برای تراکم ١٦ بوته در متر مربع (١٥٤/٩٠ گرم بر متر مربع) بود. در تاریخ کاشت ٢٠ بهمن نیز افزایش تراکم گیاهی به افزایش مقدار w_{max} منجر شد. با این حال، تفاوت میان تراکم‌های گیاهی ٣٢، ٤٨ و ٦٤ بوته در مربع از نظر آماری معنی‌داری نبود (جدول ٢). در تاریخ کاشت ١٠ اسفند، بیشترین مقدار w_{max} در شرایط عاری از علف‌هرز برای تراکم گیاهی ٦٤ بوته در متر مربع به دست آمد. همچنین، برآورد w_{max} برای تراکم‌های گیاهی ٣٢ و ٤٨ بوته در متر مربع (به‌طور متوسط ١٣٤/٥٥ گرم بر متر مربع) به‌طور معنی‌داری بیشتر از مقدار به‌دست‌آمده برای تراکم گیاهی ١٦ بوته در متر مربع (٦٠/٨٧ گرم بر متر مربع) بود. با مقایسه همه تیمارهای آزمایشی مشخص شد که بیشترین مقادیر w_{max} در شرایط عاری از علف‌هرز با تراکم‌های گیاهی ٤٨ و ٦٤ بوته در متر مربع در تاریخ کاشت اول بهمن به‌دست آمد (جدول ٢). همچنین، تأخیر در تاریخ کاشت و کاهش تراکم گیاهی منجر به کاهش مقدار w_{max} شد.

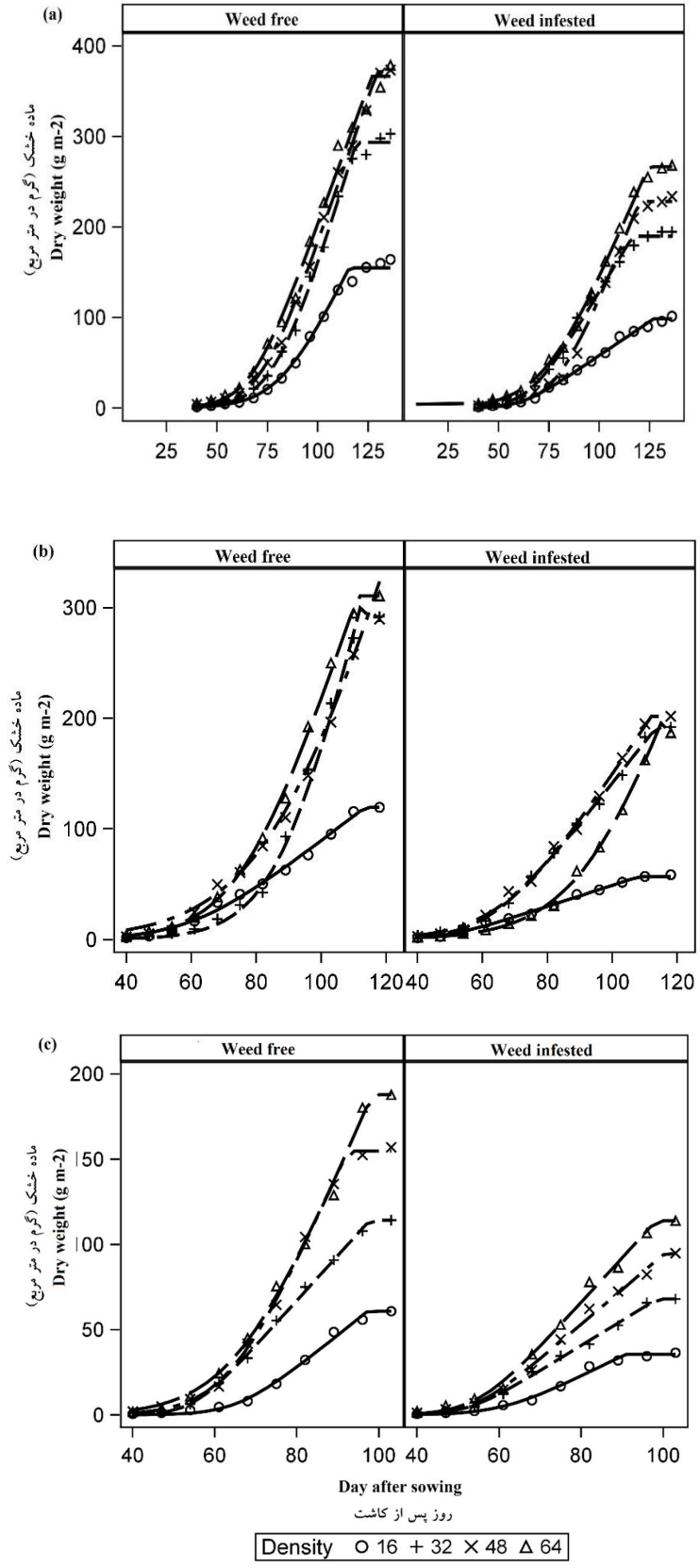
در تاریخ کاشت اول بهمن، به جز تیمار تراکم ١٦ بوته در مترمربع، تفاوت معنی‌داری میان تراکم‌های گیاهی از نظر برآورد c_m در شرایط عاری از علف‌هرز وجود نداشت. تأخیر در تاریخ کاشت منجر به کاهش معنی‌دار c_m در تراکم‌های گیاهی کمتر شد. به‌طوری‌که، در تاریخ کاشت ٢٠ بهمن مقدار c_m در تراکم گیاهی ١٦ بوته در متر مربع و در شرایط وجین (٤/٥٣ گرم بر مترمربع) و در تاریخ کاشت ١٠ اسفند برآورد آن در تراکم‌های ١٦ و ٣٢ بوته در متر مربع در شرایط وجین (١/٩٢ و ٢/٦٤ گرم بر متر مربع) به‌طور معنی‌داری کمتر از تراکم‌های گیاهی بالاتر بود. در هر تاریخ کاشت، تفاوت معنی‌داری میان تراکم‌های گیاهی از نظر برآورد پارامتر r_m در شرایط عاری از علف‌هرز وجود نداشت. این پارامتر در تمام تیماری‌های آزمایشی در شرایط عاری از علف‌هرز بین ٠/٠٦ و ٠/٢٥ گرم بر گرم در روز برآورد شد. همچنین، پارامتر t_0 در شرایط عاری از علف‌هرز بین ٥٤/٦١ روز با تراکم گیاهی ٣٢ بوته در متر مربع در تاریخ کاشت ١٠ اسفند و ٨٩/٥٦ روز با تراکم گیاهی ٤٨ بوته در مترمربع در تاریخ کاشت ٢٠ بهمن برآورد شد (جدول ٢).

مقدار w_{max} در شرایط آلوده به علف‌هرز با تراکم گیاهی ١٦ بوته در متر مربع در تاریخ کاشت ١٠ اسفند (٣٥/٥٣ گرم بر متر مربع) به‌طور معنی داری کوچک‌تر از مقدار آن برای سایر تیمارهای آزمایشی بود. در شرایط آلوده به علف‌هرز، افزایش تراکم گیاهی در تاریخ‌های کاشت اول بهمن و ١٠ اسفند منجر به افزایش معنی‌دار مقدار w_{max} شد. با این‌حال، در تاریخ کاشت ٢٠ بهمن میان تراکم‌های ٣٢، ٤٨ و ٦٤ بوته در متر مربع تفاوت معنی‌داری از نظر برآورد w_{max} مشاهده نشد (به‌طور متوسط ١٩٣/٦٠ گرم بر مترمربع)، اما مقدار آن در این تراکم‌ها به‌طور معنی‌داری بیشتر از تراکم ١٦ بوته در مترمربع (٥٦/٧٩ گرم بر مترمربع) بود.

جدول ۲- پارامترهای برآورد شده پس از برازش مدل نمایی خطی بریده به روند تغییرات ماده خشک در برابر روز پس از کاشت در نخود در تاریخ کاشت‌های مختلف

Table 2- Estimated parameters after fitting the truncated exploiter model to dry matter changes over day after sowing of chickpea in different sowing dates

تیمار Treatment			پارامتر (واحد) Parameter (Unit)				
			حداکثر مقدار تجمع ماده خشک ±خطای استاندارد (گرم بر مترمربع) $w_{max} \pm SE$ ($g\ m^{-2}$)	حداکثر سرعت رشد محصول در فاز خطی رشد± خطای استاندارد (گرم بر مترمربع در روز) $c_m \pm SE$ ($g\ m^{-2}\ day^{-1}$)	حداکثر سرعت رشد نسبی در فاز نمایی رشد± خطای استاندارد (گرم بر گرم مربع در روز) $r_m \pm SE$ ($g\ g^{-1}\ day^{-1}$)	زمان از دست رفته تا شروع فاز خطی رشد± خطای استاندارد t_0	ضریب تبیین R^2
			تاریخ کشت اول بهمن ماه Sowing date of 20th January				
وجین شده Weed free		16 (Plant m^{-2})	154.90±2.85	4.53±1.14	0.09±0.025	81.90±7.73	0.998**
		32 (Plant m^{-2})	293.60±3.99	7.27±0.68	0.10±0.017	78.87±3.28	0.999**
		48 (Plant m^{-2})	371.70±4.54	6.44±0.30	0.11±0.017	71.76±1.95	0.999**
		64 (Plant m^{-2})	366.60±9.05	6.11±0.49	0.11±0.036	66.84±3.55	0.997**
آلوده Weed infested		16 (Plant m^{-2})	98.69±1.98	1.50±0.08	0.14±0.046	61.22±2.39	0.996**
		32 (Plant m^{-2})	190.00±3.13	3.69±0.37	0.13±0.041	65.12±3.65	0.998**
		48 (Plant m^{-2})	228.30±4.36	5.49±0.67	0.11±0.029	78.52±4.15	0.999**
		64 (Plant m^{-2})	266.60±3.73	5.18±0.34	0.08±0.010	73.15±2.98	0.999**
			تاریخ کشت بیستم بهمن ماه Sowing date of 8th February				
وجین شده Weed free		16 (Plant m^{-2})	119.60±3.76	2.26±0.24	0.09±0.022	60.68±4.59	0.998**
		32 (Plant m^{-2})	292.00±5.82	9.96±1.01	0.12±0.018	82.59±2.74	0.998**
		48 (Plant m^{-2})	295.00±6.67	10.37±2.81	0.06±0.008	89.56±9.48	0.999**
		64 (Plant m^{-2})	310.80±5.32	8.84±0.76	0.09±0.010	76.52±2.90	0.999**
آلوده Weed infested		16 (Plant m^{-2})	56.78±1.29	0.95±0.06	0.15±0.06	48.52±2.75	0.999**
		32 (Plant m^{-2})	192.00±3.42	3.72±0.187	0.12±0.019	62.03±1.93	0.999**
		48 (Plant m^{-2})	201.90±4.55	4.43±0.37	0.09±0.015	66.60±3.28	0.999**
		64 (Plant m^{-2})	186.90±2.90	5.99±0.76	0.08±0.008	84.36±4.03	0.996**
			تاریخ کشت دهم اسفند ماه Sowing date of 28th February				
وجین شده Weed free		16 (Plant m^{-2})	60.87±2.22	1.92±0.22	0.19±0.072	65.66±2.89	0.997**
		32 (Plant m^{-2})	114.30±1.76	2.64±0.08	0.25±0.065	54.61±0.91	0.999**
		48 (Plant m^{-2})	154.80±2.06	5.34±0.52	0.14±0.024	63.53±2.36	0.998**
		64 (Plant m^{-2})	187.90±4.98	5.62±0.73	0.11±0.023	65.17±3.89	0.999**
آلوده Weed infested		16 (Plant m^{-2})	35.53±1.27	1.20±0.24	0.16±0.075	61.15±4.96	0.996**
		32 (Plant m^{-2})	68.00±1.70	1.47±0.07	0.23±0.091	52.31±1.59	0.998**
		48 (Plant m^{-2})	94.97±2.95	2.04±0.14	0.22±0.10	53.86±2.12	0.999**
		64 (Plant m^{-2})	114.00±3.80	2.62±0.21	0.19±0.078	54.87±2.45	0.997**



شکل ۳- رابطه بین وزن خشک تجمعی و تراکم گیاهی نخود درتاریخ کاشت اول بهمن (الف)، ۲۰ بهمن (ب) و ۱۰ اسفند (ج)

Figure 3- Relationship between cumulative dry weight and chickpea density in sowing date of 20 January (a), 8 February (b) and 28 February (c)

برآورد c_m در تاریخ‌های کاشت اول بهمن، ۲۰ بهمن و ۱۰ اسفند به‌ترتیب بین ۱/۵۰ (تراکم ۱۶ بوته در مترمربع) و ۵۰/۵۰ (تراکم ۴۸ بوته در مترمربع)، بین ۰/۹۵ (تراکم ۱۶ بوته در مترمربع) و ۵/۹۹ (تراکم ۶۴ بوته در مترمربع) و بین ۱/۲۰ (تراکم ۱۶ بوته در مترمربع) و ۲/۶۲ (تراکم ۶۴ بوته در مترمربع) گرم بر متر مربع در روز متغیر بود. هیچ تفاوت معنی‌داری میان تاریخ‌های کاشت و تراکم‌های گیاهی از نظر برآورد r_m در شرایط آلوده به علف‌هرز وجود نداشت. پارامتر r_m در این شرایط بین ۰/۰۸ و ۰/۲۳ گرم بر گرم در روز برآورد شد. پارامتر t_0 نیز در شرایط آلوده به علف‌هرز بین ۴۸/۵۲ روز با تراکم گیاهی ۱۶ بوته در متر مربع در تاریخ کاشت ۲۰ بهمن و ۸۴/۳۶ روز با تراکم گیاهی ۶۴ بوته در مترمربع در تاریخ کاشت ۲۰ بهمن برآورد شد (جدول ۲).

بر اساس گزارش درخشان و همکاران (۸) زمان وقوع حداکثر تجمع ماده خشک در شرایط عاری از علف‌هرز در مزرعه برنج (*Oryza sativa* L.) در فاصله ردیف ۱۵ سانتیمتر مشاهده شد و بین فواصل ردیف ۲۵ و ۳۵ سانتیمتر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت؛ همچنین در هر دو شرایط عاری و آلوده به علف‌های هرز، بین فواصل ردیف کاشت از نظر زمان وقوع حداکثر تجمع ماده خشک (t_e) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (۸). همچنین، بر اساس گزارش موسوی و احمدی (۲۰) افزایش تراکم کاشت نخود از ۲۵ بوته در مترمربع به ۵۰ و ۷۵ بوته در متر مربع به ترتیب سبب افزایش ۲۵ و ۴۴ درصدی زیست‌توده نخود در واحد سطح شد.

به‌طورکلی، همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود تجمع ماده خشک نخود تحت تأثیر رقابت علف‌های هرز قرار گرفت؛ به‌طوری‌که حداکثر تجمع ماده خشک نخود در شرایط آلوده کمتر از شرایط عاری از علف‌هرز بود. در تراکم بیشتر کاشت به دلیل توسعه سریع‌تر سایه انداز گیاهی و اجازه نفوذ کمتر نور، توان رقابتی گیاه زراعی با علف‌های هرز بهبود می‌یابد (۶). چائوهان (۲۰۱۲) اظهار کرد که اثر رقابت علف‌های هرز می‌تواند با بهینه‌سازی آرایش و تراکم گیاه زراعی کاهش یابد و این راه حل باید در چهارچوب برنامه مدیریت تلفیقی علف‌های هرز و نه به‌عنوان یک راهبرد کنترل مستقل در نظر گرفته شود (۵).

شاخص سطح برگ (LAI[1]) نخود: اثرات طول دوره رشد و تراکم گیاهی بر سطح برگ در نخود با استفاده از مدل رگرسیونی غیر خطی بتا توصیف شد (شکل ۴). به منظور کمّی نمودن اثرات طول دوره رشد و تراکم گیاهی بر سطح برگ در نخود از مدل رگرسیونی غیرخطی بتا استفاده شد (شکل ۴). در همه تیمارهای آزمایشی، مقدار حداکثر شاخص سطح برگ (LAI_{max}) در شرایط عاری از علف‌هرز بیشتر از برآورد آن در کرت‌های آلوده به علف‌هرز بود. با این حال، مقادیر خطای استاندارد برآورد این پارامتر نشان داد که در تاریخ کاشت اول بهمن به جز تراکم‌های گیاهی ۱۶ و ۴۸ بوته در مترمربع، تفاوت معنی‌داری بین کرت‌های عاری و آلوده به علف‌هرز از نظر مقدار LAI_{max} وجود داشت. به‌طورکلی، در سایر تیمارهای آزمایشی تفاوت کرت‌های عاری و آلوده به علف‌هرز از نظر مقدار LAI_{max} معنی‌دار بود (جدول ۳).

در شرایط عاری از علف‌هرز، با افزایش تراکم گیاهی مقدار LAI_{max} در همه تاریخ‌های کاشت افزایش یافت. در دو تاریخ کاشت اول و ۲۰ بهمن، مقدار LAI_{max} در تراکم گیاهی ۶۴ بوته در متر مربع به‌طور معنی‌داری بیشتر از تراکم‌ها ۳۲ و ۴۸ بوته در متر مربع و برای این تیمارها به‌طور معنی‌داری بیشتر از تراکم ۱۶ بوته در متر مربع برآورد شد (جدول ۳). در تاریخ کاشت ۱۰ اسفند، برآورد مقدار LAI_{max} برای تراکم ۱۶ بوته در مترمربع (۰/۳۹)، در شرایط عاری از علف هرز،

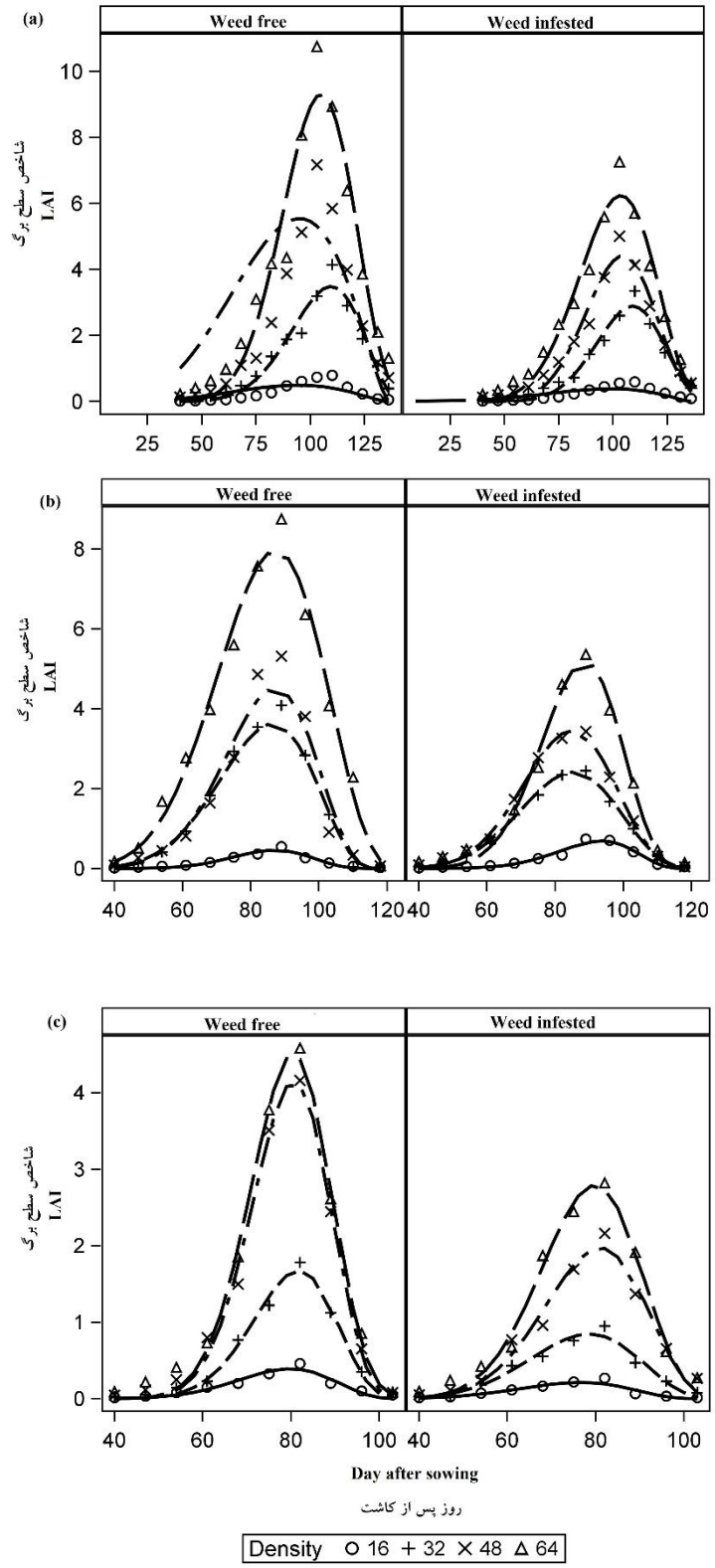
1. Leaf Area Index

به‌طور معنی‌داری کمتر از تراکم ۳۲ بوته در متر مربع (۱/٦۸) و برای این نیز به‌طور معنی‌داری کمتر از برآورد LAI_{max} برای تراکم‌های ٤۸ و ٦٤ بوته در مترمربع (به‌طور متوسط ٤/۳۳) بود. علاوه بر این، بدون در نظر گرفتن تراکم گیاهی مقدار LAI_{max} با تأخیر در تاریخ کاشت کاهش یافت (جدول ۳).

جدول ۳- پارامترهای برآورد شده پس از برازش مدل بتا به روند تغییرات سطح برگ در برابر روز پس از کاشت در نخود در تاریخ کاشت‌های مختلف

Table 3- Estimated parameters of the beta model fitted to Leaf Area Index over day after sowing of chickpea in different sowing dates

تیمار Treatment		پارامتر (واحد) Parameter (Unit)				ضریب تبیین R^2
		شاخص سطح برگ±خطای استاندارد LAI_{max}±SE	زمان ظهور حداکثر شاخص سطح برگ±خطای استاندارد (روز) t_m ±SE(day)	زمان پایان رشد برگ±خطای استاندارد (روز) t_e ±SE(day)	دلتا delta	
تاریخ کشت اول بهمن ماه Sowing date of 20th January						
وجین شده Weed free	16 (Plant m^{-2})	0.49±0.10	94.45±9.37	136.00±24.92	1.55	0.783**
	32 (Plant m^{-2})	3.49±0.18	109.50±1.51	144.40±8.44	3.27	0.981**
	48 (Plant m^{-2})	5.55±0.97	95.03±8.33	136.00±20.89	1.47	0.722**
	64 (Plant m^{-2})	9.32±0.52	104.90±1.68	153.50±19.43	5.63	0.977**
آلوده Weed infested	16 (Plant m^{-2})	0.39±0.06	98.96±7.77	136.00±17.59	1.36	0.860**
	32 (Plant m^{-2})	2.89±0.14	109.00±1.35	152.80±14.97	5.58	0.983**
	48 (Plant m^{-2})	4.42±0.21	104.40±1.34	157.60±20.56	7.10	0.984**
	64 (Plant m^{-2})	6.25±0.27	103.60±1.35	147.80±11.00	4.24	0.986**
تاریخ کشت بیستم بهمن ماه Sowing date of 8th February						
وجین شده Weed free	16 (Plant m^{-2})	0.46±0.04	87.09±1.66	118.70±17.50	5.38	0.967**
	32 (Plant m^{-2})	3.62±0.15	86.35±1.01	118.00±6.67	5.56	0.992**
	48 (Plant m^{-2})	4.51±0.35	87.10±1.84	118.00±13.06	3.81	0.999**
	64 (Plant m^{-2})	7.97±0.29	87.32±1.03	125.60±8.24	3.92	0.993**
آلوده Weed infested	16 (Plant m^{-2})	0.69±0.04	93.54±1.33	118.00±8.21	3.58	0.978**
	32 (Plant m^{-2})	2.41±0.04	85.19±0.48	126.90±5.73	5.47	0.998**
	48 (Plant m^{-2})	3.45±0.08	84.94±0.54	126.10±7.08	6.08	0.997**
	64 (Plant m^{-2})	5.18±0.18	88.65±0.73	123.00±8.85	6.03	0.994**
تاریخ کشت دهم اسفند ماه Sowing date of 28th February						
وجین شده Weed free	16 (Plant m^{-2})	0.39±0.04	79.90±2.02	105.70±15.26	4.08	0.961**
	32 (Plant m^{-2})	1.67±0.07	81.70±0.74	107.90±8.01	5.75	0.993**
	48 (Plant m^{-2})	4.15±0.14	80.65±0.53	111.70±9.31	8.58	0.995**
	64 (Plant m^{-2})	4.50±0.15	80.44±0.56	115.40±11.99	10.03	0.995**
آلوده Weed infested	16 (Plant m^{-2})	0.21±0.03	76.57±2.75	103.00±15.48	3.16	0.949**
	32 (Plant m^{-2})	0.85±0.06	78.54±1.55	109.90±13.31	4.36	0.981**
	48 (Plant m^{-2})	1.97±0.11	80.96±1.17	111.60±11.35	4.96	0.987**
	64 (Plant m^{-2})	2.79±0.12	79.75±0.87	112.08±22.13	5.97	0.993**



شکل ٤- رابطه بین شاخص سطح برگ و تراکم گیاهی نخود درتاریخ کاشت اول بهمن (الف)، ۲۰ بهمن (ب) و ۱۰ اسفند (ج)

Figure 4- Relationship between leaf area index and chickpea sowing density in sowing date of 20th January (a), 8th February (b) and 28th February (c)

در شرایط آلوده به علف‌هرز، کمترین مقدار LAI_{max} در هر سه تاریخ کاشت با تراکم گیاهی ۱۶ بوته در مترمربع به‌دست آمد و با افزایش تراکم گیاهی در این شرایط مقدار LAI_{max} به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۳). به‌طوری‌که، در هر سه تاریخ کاشت مقدار LAI_{max} در تراکم‌های ۴۸ و ۶۴ بوته در متر مربع بیشتر از سایر تراکم‌ها به‌دست آمد. پارامتر زمان وقوع حداکثر شاخص سطح برگ (t_m) در شرایط عاری و آلوده به علف‌هرز به‌ترتیب بین ۷۹/۹۰ و ۱۰۹/۵۰ روز و بین ۷۶/۵۷ و ۱۰۹/۰۰ روز برآورد شد. همچین، برآورد زمان پایان رشد برگ (t_e) در کرت‌های عاری و آلوده به علف‌هرز بین ۱۰۵/۷۰ و ۱۵۳/۵۰ روز و بین ۱۰۳/۰۰ و ۱۵۷/۶۰ روز به‌دست آمد (جدول ۳).

به‌طورکلی با توجه به نتایج مندرج در جدول ۳ می‌توان گفت زمان وقوع حداکثر شاخص سطح برگ و زمان پایان رشد برگ در نخود با افزایش تراکم گیاهی در هر تاریخ کاشت روند افزایشی داشته است. بر اساس نتایج درخشان و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی حداکثر شاخص سطح برگ برنج در شرایط با و بدون علف‌هرز، مقدار t_m در شرایط آلوده به علف هرز کوتاه‌تر از شرایط وجین یا عاری از علف‌هرز بود (۸).

در حالی که در پژوهش حاضر در تاریخ‌های کاشت اول و دوم بروز این پدیده کمتر از تاریخ کاشت سوم بوده و در اغلب موارد اختلاف‌ها معنی‌دار نبوده است (جدول ۳). با توجه به اینکه پژوهش حاضر در شرایط دیم بوده است و میزان آلودگی به علف‌های هرز در شرایط دیم به مراتب کمتر از شرایط آبی می‌باشد؛ لذا عدم اختلاف موجود میان پارامتر مذکور در دو شرایط آلوده و عاری از علف‌هرز به ویژه در دو تاریخ کاشت اول که وجود سرمای زمستان نیز منجر به کاهش رویش علف‌های هرز شده است ممکن است اتفاق افتاده باشد. در حالی که در تاریخ کاشت سوم به‌دلیل مناسب‌تر بودن شرایط آب و هوایی به‌منظور رویش علف‌های هرز این اختلاف بیشتر بوده است.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس تأثیر تراکم گیاهی بر ارتفاع بوته‌های نخود معنی‌دار بود ($P\leq0/01$). درحالی‌که ارتفاع بوته‌ها تحت تأثیر اثر متقابل تراکم گیاهی و تاریخ کاشت قرار نگرفت. در خصوص شاخه‌های فرعی، شاخه‌های فرعی فرعی، تعداد غلاف، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، اثر تاریخ کاشت و تراکم گیاهی بوته‌های نخود بر این صفات معنی‌دار بود ($P\leq0/05$)؛ درحالی‌که این صفات تحت تأثیر اثر متقابل تراکم گیاهی و تاریخ کاشت قرار نگرفت. صفت وزن هزار دانه و عملکرد دانه تحت تأثیر تاریخ کاشت و اثر متقابل تراکم گیاهی و تاریخ کاشت قرار گرفت ($P\leq0/01$) (داده‌ها نشان داده نشد). مظاهری و ئیلاق‌چغاخور (۲۰۱۱) در بررسی دو تراکم (۲۵ و ۳۵ بوته در مترمربع) در نخود آبی در اهواز گزارش دادند که تراکم گیاه بر تعداد نیام در واحد سطح، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه اثر معنی‌دار داشت، به‌طوری‌که تراکم بوته بیشتر (۳۵ بوته درمترمربع) محصول بیشتری (۱۱۴۷/۸۷ کیلوگرم در هکتار) تولید نمود، همچنین، تعداد شاخه‌های فرعی تحت تأثیر تراکم گیاهی قرار گرفت، به‌طوری‌که تراکم ۲۵ بوته تعداد شاخه فرعی بیشتری تولید نمود (۱۸).

در خصوص صفات وزن هزار دانه و عملکرد دانه با توجه به معنی‌دار بودن اثرات متقابل (جدول ۴) می‌توان اظهار داشت که در تاریخ کاشت اول، تراکم‌های کاشت ۱۶ و ۳۲ بوته در متر مربع با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند و همچنین این تراکم‌ها با تراکم‌های ۴۸ و ۶۴ بوته در متر مربع اختلاف معنی‌دار نشان دادند؛ در حالی که تراکم‌های ۴۸ و ۶۴ بوته در متر مربع با یکدیگر اختلاف معنی‌دار

نشان ندادند. در تاریخ کاشت دوم تراکم‌های ۳۲ و ٤٨ بوته با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نشان ندادند؛ درحالی‌که سایر تراکم‌ها با هم اختلاف معنی‌دار داشتند (P≤۰/۰۵). در تاریخ کاشت سوم، تراکم گیاهی اول بیشترین درصد کاهش عملکرد را نسبت به سایر تراکم‌ها نشان داد و اختلاف آن با سایر تراکم‌ها معنی‌دار بود (P≤۰/۰۵). با توجه به جدول ٤ می‌توان گفت که بیشترین درصد کاهش عملکرد در تاریخ کاشت دوم در تراکم اول اتفاق افتاد که با بیشترین درصد کاهش عملکرد در تاریخ کاشت اول اختلاف معنی‌دار ولی با بیشترین درصد کاهش عملکرد در تاریخ کاشت سوم اختلاف معنی‌دار نشان نداد (P≤۰/۰۵). ریگان و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که رابطه مثبتی بین تراکم گیاهی و عملکرد دانه در نخود وجود دارد، به طوری که عملکرد دانه در تراکم‌های بالاتر به‌دلیل بسته شدن سریعتر سایه‌اندار و در نتیجه دریافت تابش بیشتر افزایش می‌یابد (۲۵).

به‌طورکلی در تاریخ کاشت اول (۱ بهمن) با ترکم‌های کاشت ٦٤-١٦ بوته در متر مربع، عملکرد ۹۵۷/۸۷-۱۷۰۳/۳۲ کیلوگرم در هکتار بذر نخود و در تاریخ‌های کاشت دوم (۲۰ بهمن) و سوم (۱۰ اسفند) با تراکم‌های کاشت مشابه، عملکرد ۱۵۳٤/۳۷-۷۱٤/۹۷ کیلوگرم در هکتار و ٤۷۹/۷۷-۲۷۳/۹۲ کیلوگرم در هکتار بذر نخود برآورد شد. به‌طوری‌که عملکرد دانه نخود (۱۷۰۳/۳۲ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت ۱ بهمن با تراکم گیاهی ٤۸ بوته در متر مربع نسبت به دو تاریخ کاشت ۲۰ بهمن (۱۵۳٤/۳۷ کیلوگرم در هکتار) و ۱۰ اسفند (٤۷۰/۵۵ کیلوگرم در هکتار) با تراکم گیاهی مشابه، به عنوان بهترین تیمار پژوهش حاضر در نظر گرفته شد.

جدول ٤- اثر متقابل تاریخ‌ها و تراکم‌های گیاهی نخود بر عملکرد دانه و درصد کاهش عملکرد دانه و وزن هزار دانه بوته‌های نخود نسبت به شاهد وجین

Table 4- Interaction effect of sowing dates and densities of chickpea on seed yield and the reduction percentage seed yield and 1000-seed weight of chickpea plants compared to weed free control

تیمار Treatment	تراکم گیاهی (بوته در متر مربع)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (درصد کاهش **نسبت به شاهد وجین**)	عملکرد دانه (درصد کاهش **نسبت به شاهد وجین**)
	Sowing density (Plant m^{-2})	Seed yield (Kg ha^{-1})	1000-seed weight (% as weed free control)	Seed yield (% as weed free control)
تاریخ کاشت اول The first sowing date	16	957.88	2.86	45.11
	32	1241.88	1.64	29.32
	48	1703.33	0.97	32.47
	64	1540.28	0.76	31.57
تاریخ کاشت دوم The second sowing date	16	714.98	2.62	57.02
	32	1315.95	1.55	38.97
	48	1534.38	1.25	33.09
	64	1248.18	0.41	42.15
تاریخ کاشت سوم The third sowing date	16	273.93	1.18	48.22
	32	479.78	0.94	45.47
	48	470.55	0.91	41.31
	64	427.00	0.91	25.94
	LSD	63.67	0.59	11.18

*اختلاف بین اعداد در سطح احتمال خطای ۵ درصد می‌باشد.

*The difference between the numbers is at a probability level of 5%.

در این پژوهش، افزایش تراکم‌های گیاهی در همه تاریخ‌های کاشت، منجر به بهبود شاخص‌های رشدی و عملکرد دانه نخود شد. افزایش تراکم گیاهی ممکن است با کوتاه کردن زمان از کاشت تا بسته شدن کامل سایه‌انداز منجر به کاهش تبخیر از سطح خاک و افزایش دریافت تابش توسط گیاه شود و از این طریق عملکرد گیاه زراعی را بهبود بخشد. در همین راستا، سلطانی و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که افزایش تراکم گیاهی تأثیرمعنی‌داری بر کارایی استفاده از تابش در گیاه نخود ندارد که نشان می‌دهد بهبود عملکرد در این شرایط در نتیجه افزایش دریافت تابش بر اساس سایه انداز گیاهی بوده است (۲۶).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با تغییر تاریخ کاشت نخود می‌توان فشار علف‌های هرز را بر نخود کاهش داد. همچنین، با افزایش تراکم کاشت نخود، زیست توده علف‌های هرز و همچنین سایر صفات مرتبط با فراوانی علف‌های هرز کاهش یافت. با توجه به اینکه عملکرد نخود در واحد سطح تابعی از حداکثر مقدار تجمع ماده خشک و شاخص سطح برگ می‌باشد؛ لذا با تأخیر در کاشت، این صفات و همچنین سایر صفات از قبیل ارتفاع گیاه، تعداد غلاف و تعداد شاخه‌های فرعی کاهش می‌یابد. از آن جا که تاریخ کاشت نخود با توجه به عرف منطقه اواسط اسفند ماه می‌باشد، بر اساس نتایج ارائه شده در این آزمایش می‌توان تاریخ کاشت را حدود یک ماه زودتر در نظر گرفت و به کشاورزان توصیه کرد که نخود را در هفته اول بهمن‌ماه شروع به کشت و کار نمایند؛ در خصوص تراکم گیاه زراعی می‌توان گفت که با افزایش تراکم گیاه زراعی، تأثیرات ایجاد شده بر روی گونه زراعی و علف‌هرز در تراکم‌های بالا کمتر است. تراکم مناسب و مطلوب گیاه زراعی تراکمی است که پس از آن افزایش هزینه بذر مصرفی بیشتر از افزایش قابل انتظار در عملکرد نباشد. نتایج پژوهش نشان داد که می‌توان در صورت آلوده بودن مزارع نخود به علف‌های هرز، به‌منظور ایجاد شرایط مطلوب‌تر برای نخود، تراکم گیاهی را تا حدودی بیشتر در نظر گرفت؛ به‌طوری‌که بر اساس شاخص‌های رشدی محاسبه شده و عملکرد دانه نخود در این پژوهش، تراکم‌های گیاهی ۴۸ و ٦٤ بوته در مترمربع در هر سه تاریخ کاشت مناسب‌تر بوده و قابل توصیه می‌باشند.

References

1. Asghari, J., Zareei, B., and Barzegari, M. 2006. Effect of plant density and planting pattern on growth parameters and yield of two promising corn hybrids (*Zea mays* L.). Agri. Sci. Technol. 20: 123-133.
2. Begna, S.H., Hamilton, R.I., Dwyer, L., Stewart, D.W., Cloutier, D., Assemat, L., Foroutan-pour, K., and Smith, D.L. 2009. Weed biomass production response to plant spacing and corn (*Zea mays* L.) hybrids differing in canopy architecture. Weed Technol. 15: 647-65.
3. Benjamin, J.G., and Nielsen, D.C. 2006. Water deficit effects on root distribution of soybean, field pea and chickpea. Field Crop Res. 97: 248-253.
4. Blackshaw, R.E. 1993. Safflower (*Carthamus tinctorius*) density and row spacing effects on competition with green foxtail (*Setaria viridis*). Weed Sci. 41: 403-408.
5. Chauhan, B.S. 2012. Weed ecology and weed management strategies for dry-seeded rice in Asia. Weed Technol. 26: 1-13.
6. Chauhan, B.S., and Johnson, D.E. 2011. Row spacing and weed control timing affect yield of aerobic rice. Field Crops Res. 121: 226-231.
7. Datta, A., Sindel, B.M., Jessop, R.S., Kristiansen, P., and Felton, W.L. 2007. Phytotoxic response and yield of chickpea (*Cicer arietinum*) genotypes with pre-emergence application of isoxaflutole. Aust. J. Exp. Agri. 47: 1460-1467.
8. Derakhshan, A., Gherekhloo, J., and Bagherani, N. 2015. Effect of row spacing and herbicide application on the growth indices, yield and yield

components of rice in direct seeding. J. Crop Prod. 8: 31-49. (In Persian)
9. Drew, E., Vadakattua, G., and Lawrence, L. 2006. Herbicide limit nitrogen fixation ability farming ahead. Crop Puls. 176: 28-30.
10. FAO. 2017. Statistical Databases. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://faostat3.fao.org.
11. Fernandez, O.N., Vignolio, O.R., and Requesens, E.C. 2002. Competition between corn (*Zea mays* L.) and bermudagrass (*Cynodon dactylon* L.) in relation to crop plant arrangement. Agronomie, 22: 293-305.
12. Ghadiryan, R., Soltani, A., Zeinali, E., Kalateh Arabi, M., and Bakhshandeh, E. 2011. Evaluating non-linear regression models for use in growth analysis of wheat. J. Crop Prod. 4: 55-77. (In Persian)
13. Gholapor Shamami, Y., Majnoonhoseini, N., and Alizade, H. 2013. Effects of various weed management methods and crop density on weed control and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Iranian Journal of Field Crop Sci. 44: 563-574. (In Persian)
14. Gaur, P.M., Tripathi, S., Gowda, C.L.L., Ranga Rao, G.V., Sharma, H.C., Pande, S., and Sharma, M. 2010. Chickpea Seed Production Manual. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research. Institute for the Semi-Arid Tropics. 28 p.
15. Guadrian, J., and Monteith, J.L. 1990. A mathematical function for crop growth based on light interception and leaf area expansion. Ann Bot. 66: 695-701.
16. Liebman, M., Mouler, C.L., and Staver, C.P. 2004. Ecological Management of Agricultural Weeds. Cambridge University Press, UK. 523 p.
17. Matov, A., Zahiri, R., and Holloway, J.D. 2008. The Heliothinae of Iran (Lepidoptera: Noctuidae). Zootaxa, 1763: 1-37.
18. Mazaheri, M., and Ilagh Chaghakhour, A. 2010. Effect of plant density and row spacing on some morphological characteristics, yield and seed protein content of two chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. J. Manag. Syst. 2: 97-107.
19. Mohler, C.L. 1996. Ecological bases for the cultural control of annual weeds. J Prod Agric. 9: 468-474.
20. Mousavi, S.K., and Ahmadi, A. 2009. Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) yield and yield components to sowing date, plant density, and weed interference in dry land conditions of Lorestan province. J. Plant Protec. 23: 1-13. (In Persian)
21. Mousavi, S.K., Sabeti, P., Jafarzadeh, N., and Bazzazi, D. 2010. Evaluation of some herbicides efficacy for weed control in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Iranian J. Puls Res. 1: 19-31. (In Persian)
22. Parsa, M., and Bagheri, A. 2008. Pulses. Mashhad Univ. Press, 523p. (In Persian)
23. Patel, B.D., Patel, V.J., and Patel, R.B. 2006. Effect of fertilizers and weed management practices on weed control in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under middle Gujarat conditions. Indian J. Crop Sci. 1: 180-183.
24. Poustini, K., and Yazdi-Smadi, B. 1992. Yield responses of chickpea cultivars to dry-land conditions. Iranian J. Agri. Sci. 23: 11-18. (In Persian)
25. Regan, K.L., Siddiqe, K.H.M., and Martin, L.D. 2003. Response of Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) to sowing rate in the Mediterranean type environments of southwestern Australia. Aust. J. Exp. Agri. 43: 84-97.
26. Soltani, A., Robertson, M.J., Rahimi-Karizaki, A., Poorreza, J., and Zarei, H. 2006. Modelling biomass accumulation and partitioning in chickpea (*Cicer arietinum* L.). J. Agron Crop Sci. 192: 379-389.
27. Whish, J.P.M., Sindel, B.M., Jessop, R.S., and Felton, W.L. 2002. The effects of row spacing and weed density on yield loss of chickpea. Aust. J. Agric. Res. 53: 1335-1340.
28. Yin, X., Goudriaan, J., Lantinga, E.A., Vos, J., and Spiertz, J.H. 2003. A flexible sigmoid growth function of determinate growth. Ann Bot. 91: 361-371.