

اثر دور آبیاری و تراکم بوته بر ضریب استهلاک نوری ذرت دانه‌ای رقم ۷۰۴ در شرایط اهواز
Effect of irrigation and plant density on the extinction coefficient of corn genotype K.S.C704 in
Ahvaz region

نرگس بقائی^{۱*}، علیرضا شکوه‌فر^۲، مانی مجدم^۲، طیب ساکی‌نژاد^۲

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، اهواز، ایران.

۲- استادیار زراعت، گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، اهواز، ایران.

نویسنده مسوول مکاتبات: Narges Baghaee@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۰/۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۴/۳۰

چکیده

به منظور بررسی اثر دور آبیاری و تراکم بوته بر ضریب استهلاک نوری ذرت دانه‌ای رقم دیررس ۷۰۴، آزمایشی در تابستان ۱۳۹۰ در مزرعه شهید سالمی شهرستان اهواز انجام شد. این آزمایش به صورت کرت یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد که در آن فواصل آبیاری (I) در سه سطح، شامل فواصل پنج (I₁)، هشت (I₂) و ۱۰ (I₃) روز در کرت اصلی و تراکم کاشت (P) در سه سطح ۶/۷ (P₃)، ۷/۸ (P₂) و ۹/۵ (P₁) بوته در مترمربع معادل ۶۷، ۷۸ و ۹۵ هزار بوته در هکتار در کرت‌های فرعی قرار گرفت. صفات مورد بررسی شامل شاخص سطح برگ و نور نفوذ یافته به درون کانوپی به منظور محاسبه K (ضریب استهلاک نور) بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که دور آبیاری بر ضریب استهلاک نور در سطح یک درصد معنی‌دار شد به طوری که با افزایش فواصل آبیاری، ضریب روند افزایشی داشت. همچنین عامل تراکم بوته و اثرات متقابل تنش تراکم و آبیاری در سطح یک درصد معنی‌دار شد. بیش‌ترین ضریب استهلاک نوری در تراکم ۶۵۰۰۰ بوته در هکتار به دست آمد به عبارت دیگر با کاهش شاخص سطح برگ، ضریب استهلاک نور افزایش یافت.

واژگان کلیدی: دور آبیاری، تراکم بوته، ضریب استهلاک نوری.

مقدمه

از زمان شروع انقلاب صنعتی رشد جمعیت به‌طور چشم‌گیری افزایش یافته است و این موضوع همراه با افزایش سطح انتظارات بشر منجر به بهره‌برداری شدیدتر و نامطلوب‌تر از زمین‌های قابل کشت شده است. با این حال در سیستم‌های مدرن تولید گیاهان زراعی روش‌های مدیریتی به‌کار رفته توسط کشاورزان، برای رسیدن به تولیدی بیش‌تر در حال بهبود است. فراوانی شدت نور خورشید در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری یک فرصت مناسب برای افزایش مصرف آن در تولید بهتر محصولات زراعی می‌باشد (فتحی، ۱۳۸۴). جوامع گیاهی از نور به دو شکل مستقیم و غیر مستقیم استفاده می‌کنند، به‌طوری‌که برگ‌های بالایی از نور مستقیم و برگ‌های پایینی از نور غیرمستقیم استفاده می‌کنند. تشعشعات غیرمستقیم به‌دلیل عبور نور از بین برگ‌ها و انعکاس توسط زمین کم می‌شود با توجه به این‌که برگ‌ها بیش‌تر نور مرئی را جذب می‌کنند و بیش‌تر نور مادون قرمز را از خود عبور می‌دهند، بنابراین در کف کانوپی مقدار نور مادون قرمز نسبت به نور مرئی بیش‌تر است (منعم، ۱۳۸۸). رقابت برای نور می‌تواند با جذب نور مستقیم یا ایجاد سایه توسط گیاهان مجاور، ایجاد شود بر خلاف رقابت بر سر سایر منابع همچون آب که آن را می‌توان با آبیاری به‌حداقل رساند، کاهش رقابت بر سر نور تا حدی مشکل بوده و چندان قابل کنترل نیست گیاهان با فراهم بودن نور کامل محیط می‌توانند به حداکثر ظرفیت فتوسنتزی خود دست یابند. بنابراین، اگر در شرایط سایه قرار گیرند سرعت رشد آن‌ها کاهش می‌یابد، البته بیش‌تر گیاهان زراعی و علف‌های هرز با تغییر نور می‌توانند ظرفیت فتوسنتزی خود را تغییر دهند (Swanton et al., 2008). تعیین تراکم مطلوب، یکی از اهداف اصلی در مدیریت زراعی به منظور حداکثر بهره‌برداری از انرژی خورشید توسط کانوپی است، به‌عبارتی، در صورتی‌که از حداکثر انرژی خورشید حداکثر استفاده به‌عمل آید. کارایی مصرف نور، جذب نور افزایش یافته و با نفوذ نور در لایه‌های مختلف کانوپی، فتوسنتز، بیوماس تولیدی و عملکرد افزایش می‌یابد و شرایط برای آفات و بیماری‌ها

نامساعد می‌شود (قلی‌بیگیان، ۱۳۸۸). در بین تمامی عوامل موثر در رقابت، نور مهم‌ترین نقش را ایفا می‌کند، چرا که برخلاف سایر منابع، هیچ‌گونه منبع ذخیره‌ای برای نور وجود ندارد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۳)، رقابت برای نور زمانی اتفاق می‌افتد که یک بوته روی بوته دیگر و یا یک برگ روی برگ دیگر را برای مدت طولانی ببوشاند و مانع نفوذ نور به گیاه یا به درون کانوپی شود (زند و همکاران، ۱۳۸۲). حسن (Hassan, 2005) بیان کرد، هر چه شاخص سطح برگ بیش‌تر و ضریب استهلاک کم‌تری داشته و یا در لایه‌های فوقانی کانوپی تراکم سطح برگ بیش‌تری، داشته باشد، قادر به جذب نور بیش‌تری بوده و قابلیت رقابت بالاتری خواهد داشت. لاری و همکاران (Larry et al., 2002)، در آزمایشی که روی سویا انجام دادند، ملاحظه کردند که مقدار نور رسیده به لایه‌های پائین کانوپی و مقدار نور جذب شده تحت تاثیر تراکم گیاهی فرارگرفت. روستال و همکاران (Rosental et al., 1993)، گزارش کرده‌اند که با افزایش تراکم گیاهی بر مقدار تشعشع جذب شده در واحد سطح افزوده شد. برخی از محققان مانند آوال و همکاران (Awal et al., 2006)، اعلام نمودند که با افزایش تراکم گیاهی، میزان تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده در طول فصل رشد محصول افزایش می‌یابد. تحقیقات نشان داده است که با افزایش تراکم گیاهی در سورگوم، مقدار انرژی خورشیدی بیش‌تری در واحد سطح جذب می‌شود. فتحی (۱۳۸۴) در تحقیق خود بر روی ذرت شیرین نتیجه گرفت که اثر تراکم بر ضریب استهلاک نوری از آغاز دوره رشد رویشی گیاه تراکم ۹۵ و ۸۵ هزار بوته در هکتار نسبت به سایر تراکم‌ها دارای مقدار کم‌تری است و این کاهش در آغاز دوره زایشی به وضوح دیده شد به‌طوری‌که کم‌ترین ضریب استهلاک نوری در تیمار ۹۵ هزار بوته در هکتار به‌دست آمد. افزایش ضریب استهلاک نوری در تیمارهای مختلف پس از دوره رشد زایشی گیاه می‌تواند ناشی از پیری تدریجی برگ‌های پایین پوشش گیاهی باشد. مقدار چگونگی تثبیت انرژی نورانی در گیاهان از مهم‌ترین شاخص‌های فیزیولوژیکی تعیین‌کننده رشد و عملکرد است که در اکوسیستم‌های زراعی به‌دلیل

این آزمایش سینگل کراس 704 بود که از هیبریدهای دیررس به‌شمار می‌رود. طرح آماری به‌کار گرفته شده در این آزمایش، کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار بود. عوامل مورد مطالعه در این پژوهش فواصل آبیاری در سه سطح پنج (I_1)، هشت (I_2) و ۱۰ (I_3) روز و تراکم گیاهی $6/7$ (P_3)، $7/8$ (P_2) و $9/5$ (P_1) بوته در متر-مربع معادل ۶۷، ۷۸ و ۹۵ هزار بوته در هکتار منظور گردید. هر کرت فرعی دارای شش ردیف کاشت هر کدام به‌طول شش متر و به فاصله ۷۵ سانتی‌متر از یکدیگر است. فاصله بین بوته‌ها بر روی ردیف‌های کاشت ۲۰، ۱۷ و ۱۴ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله هر کرت فرعی از کرت فرعی دیگر به‌صورت یک ردیف نکاشت و فاصله میان هر دو کرت اصلی نیز $2/5$ متر در نظر گرفته شد و در پایان محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS و Mstat، مقایسه میانگین با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد، انجام گرفت.

محاسبه شاخص سطح برگ: نمونه‌برداری در هر کرت آزمایشی پس از حذف اثرات حاشیه از ابتدا و انتهای خطوط کاشت چهار بوته تصادفی برداشت شد. فاصله هر نمونه‌برداری ۱۵ روز یک‌بار بود. اولین نمونه‌برداری در تاریخ ۱۳۸۹/۶/۸ انجام شد. طول دوره رویشی شاخص سطح برگ محاسبه و اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری شاخص سطح برگ از طریق روش الگوبرداری صورت پذیرفت.

محاسبه ضریب استهلاک نور: به‌منظور بررسی چگونگی توزیع نور در جامعه گیاهی و مقدار نور استهلاک شده به‌وسیله پوشش گیاهی از ۴۰ تا ۱۲۰ روز پس از کاشت هر هشت روز یک نوبت با استفاده از دستگاه نورسنج Light Meter Pro (مدل TES1339) تشعشع دریافتی در سطح زمین و تشعشع دریافتی بالای پوشش گیاهی اندازه‌گیری شد. با استفاده از روابط زیر ضریب استهلاک نوری توسط پوشش گیاهی محاسبه گردید. با استفاده از روابط قانون بیرلامبرت، ضریب استهلاک نوری توسط پوشش گیاهی در نرم‌افزار Excel محاسبه گردید.

$$\text{رابطه یک: } K = \ln(I_0 - I_1) / LAI$$

انجام روش‌های مختلف مدیریت دچار تغییرات می‌شود. تنش خشکی یکی از شرایط محیطی موثر بر این تغییرات است. خشکی به‌واسطه سه سازوکار، عملکرد گیاه را کاهش می‌دهد. الف: کاهش جذب تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR) توسط کانوپی که ناشی از کاهش سطح برگ می‌باشد خود از پژمردگی و جمع شدن پهنک در شرایط تنش شدید و درنهایت پیری زودرس برگ‌های گیاه منتج می‌شود (گاردنر، ۱۳۸۶). ب: کاهش کارایی مصرف نور به ازای واحد نور جذب شده. این کاهش به‌وسیله اندازه‌گیری میزان ماده خشک تجمع یافته در واحد نور جذب شده در یک دوره زمانی خاص و یا کاهش آنی در تبادل گاز کرینیک به ازای واحد نور جذب شده قابل بیان است. تقوی (۱۳۸۶) بیان کرد، یکی از پیش شرط‌های لازم جهت دستیابی به عملکرد بالا، تامین شرایط مطلوب جهت استفاده از تشعشع موجود برای تولید بهینه مواد فتوسنتزی است.

ضریب استهلاک نور یا کاهش تشعشع، مفهومی است که میزان نفوذ نور در داخل کانوپی گیاهی را نشان می‌دهد. هر چه برگ‌های بالایی کانوپی، زاویه کم‌تری با ساقه داشته باشند، ضریب استهلاک کم‌تر و هر چه برگ‌ها افقی‌تر باشند، میزان (K) نور آن بیش‌تر خواهد بود، در حالت اخیر برگ‌های بالای کانوپی، از یک سو بیش از توان بهره‌برداری، نور دریافت می‌کنند و از سوی دیگر، مانع رسیدن نور به طبقات پایین‌تر کانوپی می‌شوند (خواججه‌پور و گاردنر، ۱۳۷۳). بدین ترتیب، مقدار استهلاک نور بیش‌تر می‌شود. بنابراین، آن مقدار از نور خورشید که در یک جامعه نفوذ می‌کند، تحت تاثیر شاخص سطح برگ و آرایش برگ‌ها قرار می‌گیرد. ضریب کاهش تشعشع مقدار کاهش نور در جامعه گیاهی را با عدد (K) بیان می‌کند و مشخصه آرایش برگ‌ها است که عمده‌تاً شامل زاویه برگ‌ها و چگونگی تجمع برگ‌ها در داخل جامعه گیاهی است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان ۱۳۹۰ در مزرعه شهید سالمی مرحله شد. این منطقه از لحاظ آب و هوایی جزو مناطق گرم و خشک است. رقم مورد استفاده در

I_i = شدت نور در داخل پوشش گیاهی،

I_0 = شدت نور در بالای پوشش گیاهی،

LAI = شاخص سطح برگ،

K = ضریب استهلاک نوری

گردیده و فواصل آبیاری هشت روز را دریافت نموده بودند.

ضریب استهلاک نوری

بررسی‌ها نشان داد با افزایش شاخص سطح برگ که در نتیجه افزایش تراکم بوته در واحد سطح و افزایش فواصل آبیاری حاصل گردید، میزان ضریب استهلاک نوری کاهش یافت که این کاهش با تراکم بوته در واحد سطح، رابطه معنی‌داری در سطح یک-درصد داشت. کم‌ترین ضریب استهلاک نوری در تیمار ۹۵۰۰۰ بوته و بیش‌ترین ضریب در تراکم ۶۷۰۰۰ بوته در هکتار به‌دست آمد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد (جدول دو) که تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف آبیاری وجود نداشت. مشاهدات قیزان صالح (Ghizan Saleh, 2011) نیز نشان داد بین تراکم‌های نه و هشت و هفت بوته در هکتار ذرت، تراکم کم‌تر یعنی هفت بوته در هکتار ضریب استهلاک نوری بیش‌تری داشت و تفاوت معنی‌داری بین تراکم‌های هشت و نه وجود نداشت. جیمز (James, 2004)، هوگوز و همکاران (Hughes *et al.*, 1987) و بورد و هارویل (Board and Harville, 1996) بیان داشتند افزایش شاخص سطح برگ با دریافت نور در سایه انداز گیاهی یک رابطه منفی دارند.

نتایج و بحث

افزایش تراکم بوته بر شاخص سطح برگ، تاثیر مثبت داشت، نتایج نشان داد همراه با افزایش تراکم بوته، شاخص سطح برگ روند افزایشی نشان داد به نحوی که اوج شاخص سطح برگ معادل ۲/۶۹، ۲/۷۱ و ۳/۵ به‌ترتیب در تراکم‌های ۶/۴، ۷/۸ و ۹/۵ بوته در مترمربع در مرحله ابریشم‌دهی به‌دست آمد. مطالعات مختلف شکوه‌فر (۱۳۸۰)، فتحی (۱۳۸۴) نیز نشان داده‌اند که با افزایش تراکم تا حدی، حداکثر شاخص سطح برگ افزایش و این موضوع منجر به افزایش جذب تشعشع و بهبود فرآیند فتوسنتز در جامعه گیاهی می‌شود. از آن‌جا که شاخص سطح برگ، معادل از نسبت سطح برگ به سطح زمینی است که برگ روی آن سایه می‌اندازد، مسلماً با افزایش تعداد بوته در واحد سطح، میزان سطح برگ موجود در واحد سطح نیز افزایش نشان می‌دهد و همچنین این امر با یک آبیاری مطلوب نیز تحریک می‌شود که نهایتاً حداکثر سطح برگ، در تیمارهایی به‌دست آمد که با حداکثر تراکم بوته کشت

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس شاخص سطح برگ و ضریب استهلاک نوری تحت تاثیر دور آبیاری و تراکم بوته در ذرت.

Table 1. Analysis of variance for leaf area index extinction coefficient under the influence of irrigation and plant density of corn.

S.O.V	منابع تغییرات	M.S		میانگین مربعات	
		درجه آزادی	df	شاخص سطح برگ LAI	ضریب استهلاک نوری K
Replication	تکرار	2	2	0.76 ^{ns}	0.00195 ^{ns}
Irrigation	آبیاری	2	2	5.30 ^{**}	0.18000 ^{**}
Error A	خطای عامل اصلی	4	4	0.20 ^{ns}	0.00410 ^{ns}
density	تراکم	2	2	1.50 ^{**}	0.00980 ^{**}
Interaction Irr*den	اثرات متقابل	4	4	1.09 ^{**}	0.04000 ^{**}
Error B	خطای عامل فرعی	12	12	0.10	0.0018
Cv(%)	ضریب تغییرات	-	-	10	7.5000

ns معنی‌دار نیست، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال خطای پنج و یک درصد.

ns, *, **: Not significant, significant at 5% and 1% of probability levels, respectively

جدول ۲- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ و ضریب استهلاک نور در سطوح مختلف آبیاری و تراکم بوته

Table 2. Comparison of leaf area index, light extinction coefficient at different levels of irrigation and plant density

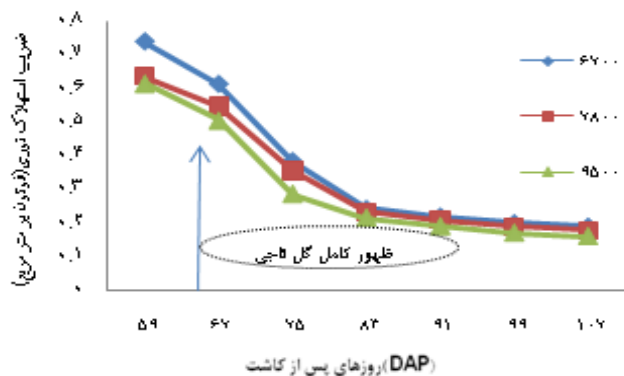
Treatment	تیمار	شاخص سطح برگ LAI	ضریب استهلاک نوری $K (F.m_2)$
Irrigation levels	دور آبیاری		
Five day	پنج روز	2.67 ^a	0.55 ^a
Eight day	هشت روز	4.00 ^a	0.55 ^a
Ten day	۱۰ روز	2.70 ^b	0.54 ^a
density	تراکم بوته		
67000 Plants per hectare	۶۵۰۰۰ بوته در هکتار	2.70 ^c	0.59 ^a
78000 Plants per hectare	۸۰۰۰۰ بوته در هکتار	3.10 ^b	0.54 ^b
95000 Plants per hectare	۹۵۰۰۰ بوته در هکتار	3.40 ^a	0.50 ^c

اعداد هر ستون در هر تیمار که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند از نظر آماری در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.
Means followed by the same letter with in a Colum are not significant different at $p \leq 0.05$, based on FLSD

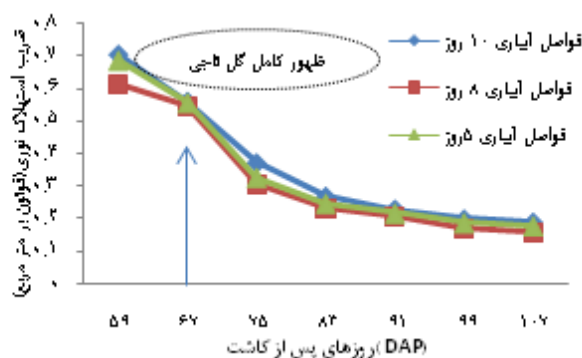
نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که میزان ضریب استهلاک نوری، با افزایش شاخص سطح برگ رابطه عکس داشت و در نتیجه، با افزایش تراکم و افزایش فواصل آبیاری، میزان ضریب استهلاک نور کاهش پیدا می‌نماید، اما از آن‌جا که افزایش تراکم در حدی نبود که موجب منفی شدن فتوسنتز برگ‌های پایینی شود بنابراین تراکم ۷۸۰۰۰ بوته و فواصل آبیاری هشت روز در تولید بالاترین سطح برگ و مطلوب‌ترین تراکم در بین تیمارهای آزمایشی به شمار آمد. همچنین افزایش توانایی گیاهان در جذب نور بیش‌تر در تراکم هشت بوته در مترمربع نسبت به سایر تراکم‌ها، باعث تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر مهم‌ترین خصوصیت گیاه، یعنی افزایش تولید در واحد سطح گردید که امر مذکور نیز به‌نوبه خود، در امر به‌زراعی از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. روند تغییرات ضریب استهلاک نوری و شاخص سطح برگ در تراکم و فواصل آبیاری مختلف در اشکال یک، دو، سه، چهار ارائه شده است. با افزایش تراکم، ضریب

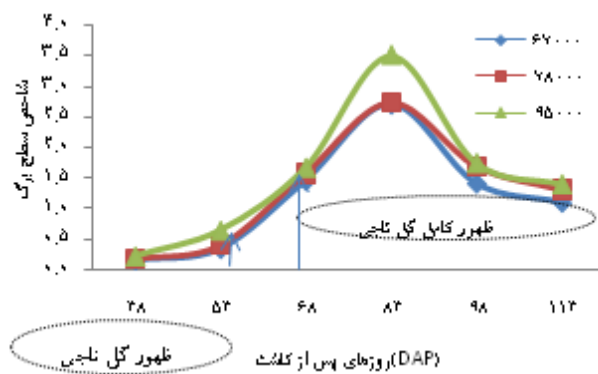
استهلاک نوری کاهش یافته است. نتایج این تحقیق با یافته‌های قلی‌بیگیان (۱۳۸۸)، شکوه‌فر (۱۳۸۰) و فتحی (۱۳۸۴) مطابقت دارد. با افزایش تراکم بوته، تعداد برگ در واحد سطح، سایه‌اندازی برگ‌ها بیش‌تر شده، در نتیجه ضریب استهلاک نوری کاهش می‌یابد. کینیری و همکاران (Kiniry *et al.*, 2005) بیان داشت، هرچه شاخص سطح برگ بیش‌تر، ضریب استهلاک کم‌تر و یا در لایه‌های فوقانی کانوبی، تراکم سطح برگ بیش‌تر باشد، قادر به جذب نور بیش‌تری بوده و قابلیت رقابت بالاتری خواهد داشت. با افزایش فواصل آبیاری به عنوان تنش خشکی و فواصل کوتاه‌تر (تنش غرقابی) به دلیل ایجاد شرایط نامساعد جهت رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ مطلوب، سبب افزایش استهلاک نور می‌شود به طوری که تقوی (۱۳۸۶) بیان داشت، تراکم‌های بیش‌تر و کم‌تر از حد مطلوب به ترتیب سبب کاهش و افزایش ضریب استهلاک نوری شده و هر دو سبب کاهش عملکرد دانه می‌شود.



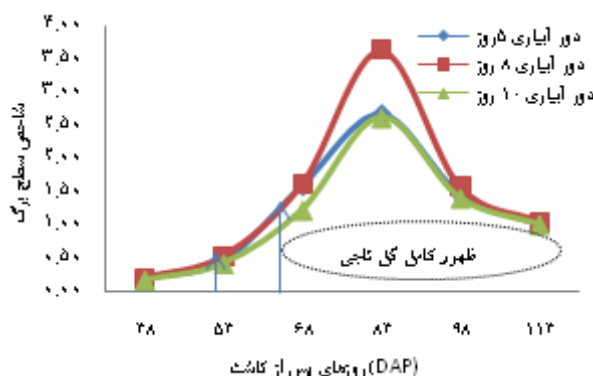
شکل ۱- روند تغییرات ضریب استهلاک نوری در تراکم‌های مختلف بوته
Fig 1. Extinction coefficient changes in different plant densities



شکل ۲- روند تغییرات ضریب استهلاک نوری تحت فواصل آبیاری مختلف
Fig 2. The trend of extinction coefficient affected by irrigation



شکل ۳- روند تغییرات شاخص سطح برگ تحت تاثیر تراکم بوته
Fig 3. The trend of the leaf area index by plant density



شکل ۴- روند تغییرات شاخص سطح برگ تحت تاثیر فواصل آبیاری

Fig 4. The trend of leaf area affected by irrigation

References

منابع

- تقوی، د. ۱۳۸۶. بررسی رابطه ضریب استهلاک نوری و تراکم بوته با عملکرد دانه در ارقام آفتابگردان آجیلی. مجله علمی پژوهشی یافته‌های نوین، سال ۱۳، شماره ۲.
- خواجه پور، م.ر. ۱۳۸۳. گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی اصفهان.
- خیام، س. ۱۳۸۱. تعیین ضریب استهلاک نوری و راندمان مصرف نور چغندر قند در شرایط مختلف تراکم و کود نیتروژن. ۵۱-۶۶ (۱)۱۸.
- زند، آ.، کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۲. بررسی روند تغییرات ساختمان کانوپی در برخی ارقام اصلاح شده گندم ایرانی در ۵۰ ساله اخیر، مجله دانش کشاورزی. سال اول جلد سوم.
- شکوه فر، ع.ر. ۱۳۸۰. مطالعه عملکرد، ارزش تکنولوژیکی، دینامیک رشد برگ‌ها، همبستگی صفات کمی و کیفی و کارایی جذب تشعشع، در تراکم و پراکندگی‌های مختلف چغندر قند زمستانه دیرکشت در منطقه دزفول. رساله دکتری دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات.
- فتحی، ق. ۱۳۸۴. بررسی تاثیر الگو و تراکم کاشت بر ضریب استهلاک نوری، جذب تشعشع و عملکرد دانه ذرت شیرین هیبرید SC402. مجله علوم و منابع کشاورزی.
- فرانکلین، پی.، گاردنر، ار- برفت پی یرسی، اجرال م یشل. ۱۳۷۷. فیزیولوژی گیاهان زراعی، ترجمه کوچکی، ع و غ، سرمدنیا، جهاد دانشگاهی مشهد.
- قلی بیگیان، م. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر سطوح مختلف تراکم و کود نیتروژن بر ضریب استهلاک و کارایی مصرف نور در گیاه دارویی ماریتیغال فصلنامه کشاورزی پویا، جلد ۶، شماره ۱.
- گاردنر، اف. پی.، آر. بی. پی. و آر. ال. میشل. ۱۳۸۶. فیزیولوژی گیاهان زراعی، ترجمه سرمدنیا، ع. ج. و کوچکی، ع. مشهد انتشارات جهاد دانشگاهی، ۴۲۴ ص.
- منعم، ر. ۱۳۸۸. مقادیر کلروفیل، ضریب استهلاک نوری و شاخص سطح برگ ارقام پائیزه کلزا در اثر مصرف اسید بوریک، فصلنامه علمی پژوهشی زیست بوم.
- Awal, M.A., Koshi, H., Ikeda, T. 2006. Radiation interception and use by maize/peanut intercrop canopy. Agr. Forest. Meteorol. 139, 74-83.
- Board, J.E., and Harville, B.G. 1996. Explanations for greater light interception in narrow- vs- wide-row soybean. Crop Sci. 32: 198-202.
- Ghizan Saleh, F. 2011. Sweet corn yield response to alternate furrow irrigation methods under different planting densities in a semiarid climatic condition African Journal of Agricultural Research Vol. 6(4), pp. 1032-1040, 18

- Hassan, A.A. 2005.** Effect of plant population on yield and yield components of eight Egyptian maize hybrids. Bulletin of Faculty of .univ of cairo.51:11-10
- Hughes, G., Keatinge, J.D.H., Cooper, P.J.M., Dee, N.F.1987.** Solar radiation interception and utilization by chickpea (*Cicer arietinum* L.) crops in northern Syria Journal of Agriculture Science Cambridge 108:419-424.
- James, E.B. 2004.** Soybean differences on light interception and leaf area index during seed filling. Agron. J. 96:305-310.
- Kiniry, J.R., Simpson, C.E., Schubert, A.M., and Reed, J.D. 2005.** Peanut leaf area index, light interception, radiation use efficiency, and harvest index at three sites in Texas. Field Crops Research, Article in press
- Larry, C.P., Rosalind, A.B., Reaper, J.D., and Earl, D.V. 2002.** Radiation use efficiency and biomass production in soybean at different plant population densities. Crop Sci. 42: 172-177.
- Rosental,T., Gerik, J., and Wade, L.J. 1993.** Radiation-use efficiency among grain sorghum cultivars and plant densities. Agron. J. 85: 703-705
- Swanton,C.J., Griffin, I., Reynolds, D.B., and Miller, D.K. 2008.** Interference between *Rottboellia Cochinchinesis* and *Zea mays*.Weed sci.48:205-211.