نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸، ص. ۳۶۱-۳۵۵

Journal of Plant Protection
Vol. 33, No. 3, Fall 2019, P. 355-361

مقاله کوتاه پژوهشی

اثر طول دوره همجواری، تعداد و نوع گونه‌ی همجوار بر بروز مکانیسم‌های اجتناب از سایه در لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris*)

علی باقری[۱]- قربانعلی اسدی[۲*]- علی قنبری[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۰۳

چکیده

به منظور بررسی اثر همجواری گیاهان لوبیا قرمز[۴]، ذرت[۵]، تاج خروس[۶] و سلمه تره[۷] بر بروز مکانیسم‌های اجتناب از سایه گیاه لوبیا قرمز (گیاه هدف) آزمایش گلدانی در بهار و تابستان سال۹۶ در مزرعه دانشگاه فردوسی مشهد انجام گرفت. طرح آزمایشی بصورت طرح فاکتوریل ۳ عاملی، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در ۴ تکرار انجام گرفت. فاکتور اول شامل طول مدت زمان همجواری گیاهان با گیاه لوبیا قرمز (۱۵ روز، ۳۰ روز و ۴۵ روز)، فاکتور دوم شامل تعداد گیاهان همجوار با گیاه لوبیا قرمز (۱، ۲ و ۳ گیاه) و فاکتور سوم شامل نوع گونه‌ی همجوار با گیاه لوبیا قرمز و شامل گونه-های لوبیا قرمز، ذرت، سلمه‌تره و تاج خروس بود. در این آزمایش ارتفاع، تعداد شاخه فرعی، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه ساقه، وزن خشک کل اندازه‌گیری شد. نتایج این آزمایش نشان داد از میان تمام فاکتورهای مورد آزمایش، طول مدت زمان همجواری گیاهان در کنار هم تأثیر معنی‌داری در اغلب صفات داشته است. به عنوان نمونه، ارتفاع گیاه به ترتیب بعد از ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز همجواری به ترتیب ۳۲/۱، ۳۵/۲ و ۴۲/۲ سانتی‌متر، وزن خشک گیاه بعد از ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز همجواری به ترتیب ۲۲، ۲۲/۹ و ۲۴/۶ گرم در بوته و وزن خشک ساقه بعد از ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز به ترتیب ۶/۱، ۶/۵ و ۸/۱ گرم در متر مربع به دست آمد. هیچ کدام از صفات به نوع و تعداد بوته‌های همجوار واکنش نشان نداد. نتایج این آزمایش نشان داد، تداوم حضور گیاهان در کنار گیاهان مرکزی به عنوان یک عامل تأثیرگذار در بروز مکانیسم‌های اجتناب از سایه مطرح می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: رقابت، کیفیت نور، مکانیسم‌های اجتناب از سایه، همجواری

مقدمه

گیاهان توان انتخاب گونه‌های همجوار خود را ندارند، اما قادرند طیف وسیعی از رفتارهای رقابتی، همیاری و سازش را در جوار سایر گونه‌های گیاهی، از خود نشان دهند. در بسیاری از بوم نظام‌ها، رقابت برای دریافت نور مهم‌ترین عامل محدود کننده رشد است. مطالعات کمتری بر روی کیفیت نور و نقش آن بر روابط متقابل بین گیاهان در دسترس می‌باشد. نور رسیده به برگ‌های گیاهان طیفی از طول موج های کوتاه و بلند است (۸). طول موج‌های بلند نور، به برگ‌های گیاهان می‌رسد، اما در فرایند فتوسنتز، مصرف نمی‌گردد، بلکه از برگ‌ها عبور یا از آنها منعکس می‌گردد. بازتاب نور قرمز دور از برگ گونه‌های گیاهی و دریافت آن توسط گیاهان مجاور به عنوان نوعی سیگنال محیطی برای درک محیط و شناخت همسایگان بشمار می-رود. در مراحل اولیه رشد، برخورد این طول موج به گیاه، حضور دیگر گونه‌ها یا بوته‌هایی از همان جمعیت را به گیاه القا می‌کند (۴). درک این شرایط توسط گیاه، زمانی رخ می‌دهد که منابع محدود نبوده، رقابتی بر سر منابع بین گیاهان و برخورد فیزیکی و یا سایه‌اندازی مستقیم وجود ندارد. با درک تغییرات کیفیت نور رسیده به گیاه، واکنش‌هایی تحت عنوان مکانیسم اجتناب از سایه در گیاه رخ می‌دهد. مکانیسم اجتناب از سایه شامل پاسخ‌های مولکولی، مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و آناتومیکی است. تشکیل برگ‌های نازک، افزایش فاصله‌ی میان‌گره‌ها و ساقه‌های طویل‌تر و سنگین‌تر از مهم‌ترین ویژگی‌های مورفولوژیکی هستند که در گیاهان مختلف و به عنوان مکانیسم اجتناب از سایه گزارش شده‌اند (۳، ۵ و ۱۰). در آزمایش حاضر، نقش گونه، تعداد بوته همجوار و طول دوره همجواری

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی دکتری اگروتکنولوژی و دانشیاران، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: asadi@um.ac.ir
DOI: 10.22067/jpp.v33i3.71343

4- *Phaseolus vulgaris*
5- *Zea mayz*
6- *Amaranthus retroflexus*
7- *Chenopodium album*

در شرایط شبیه‌سازی شده‌ی مزرعه، مورد بررسی قرار گرفت تا تأثیرپذیری و بروز مکانیسم‌های اجتناب از سایه در لوبیا مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر همجواری گیاهان لوبیا قرمز، ذرت، تاج خروس و سلمه تره با لوبیا قرمز (گیاه هدف) آزمایش گلدانی در بهار و تابستان سال۹۶ در مزرعه دانشگاه فردوسی، بصورت فاکتوریل ۳ عاملی، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در ۴ تکرار اجرا شد. فاکتور اول طول مدت زمان همجواری با گیاه لوبیا قرمز هدف، در سه سطح (۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز از زمان رویش)، فاکتور دوم تعداد گیاهان همجوار با لوبیا قرمز در سه سطح (۱، ۲ و ۳ بوته) و فاکتور سوم شامل نوع گونه‌ی همجوار با گیاه لوبیا قرمز و شامل لوبیا قرمز، ذرت، سلمه تره و تاج خروس بود. گیاهان در محیط کشت ماسه‌ای، به منظور اطمینان از جوانه‌زنی، جوانه‌دار شده و بعد از ظهور ریشه‌چه، به گلدان‌ها منتقل شدند. ذرت و لوبیا با تراکم پنج بذر و تاج خروس و سلمه در تراکم بالا کاشته شد و به مرور تنک شده تا در نهایت یک گیاه به عنوان هدف یا گیاه همجوار در کنار گیاه مرکزی قرار گیرد. همچنین در طول مدت آزمایش، گیاهان به منظور جلوگیری از سایه اندازی مستقیم و عدم تداخل هوایی تا حد مشخصی اجازه رشد پیدا کردند و بعد از آن، گیاهان همجوار از ارتفاع مشخصی هرس (کوتاه) می‌شدند. همچنین فاصله‌ی بین گیاهان ۱۵ سانتی‌متر لحاظ شد. در تیمارهای ۱۵ و ۳۰ روز، پس از اتمام مدت زمان همجواری برای هر تیمار، گیاه‌های همجوار حذف شدند و به گیاه هدف اجازه داده شد تا به رشد خود ادامه دهد. در مرحله‌ی سوم (۴۵ روز همجواری)، پس از برداشت گیاهان همجوار، گیاهان باقی مانده برداشت شده و ارتفاع، تعداد شاخه فرعی، وزن خشک ساقه و وزن خشک کل مورد ارزیابی قرار گرفتند. پس از جمع‌آوری داده‌ها، آنالیز داده‌ها توسط نرم افزار SAS نسخه ۹/۱، و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز واریانس (جدول ۱) نشان داد، که دوره همجواری گیاهان اثر معنی‌داری بر اغلب متغیرها به جز تعداد شاخه فرعی و وزن خشک بوته داشته است. وزن خشک برگ، به تعداد گونه‌های همجوار واکنش نشان داد و همچنین هیچ کدام از صفات تحت تأثیر نوع گونه ی همجوار قرار نگرفت. مقایسه اثرات ساده دوره همجواری گیاهان بر میانگین صفات متأثر از مکانیسم‌های اجتناب از سایه لوبیا قرمز (جدول ۲) نشان داد که در بین زمان‌های ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز همجواری گیاهان با گیاه مرکزی، افزایش دوره همجواری به ۴۵ روز، اثر معنی-داری بر کلیه صفات داشت.

در زیر واکنش صفات مختلف به عنوان مکانیسم‌های اجتناب از سایه نسبت به گونه‌های همجوار به تفکیک آورده شده است.

ارتفاع

از میان فاکتورهای مورد آزمایش تنها طول دوره همجواری بر روی ارتفاع تأثیرگذار بود (شکل ۱، الف). مقدار p-value برای فاکتورهای طول دوره همجواری، تعداد گونه‌ی همجوار و نوع گونه‌ی همجوار به ترتیب ۰/۰۰۰۱، ۰/۴۶ و ۰/۴۴ به دست آمد (جدول ۲).

جدول ۱- میانگین مربعات اثر فاکتورهای مختلف طول مدت زمان همجواری، تعداد گیاهان همجوار و نوع گونه‌ی همجوار و تأثیر آن بر روی بروز مکانیسم‌های اجتناب از سایه در گیاه لوبیا قرمز

Table 1- Anova, mean of squares, for the effect of time neighboring, number of neighboring and type of plant neighbor on shade avoidance mechanism in red bean

منابع تغییرات Source of variations	درجه آزادی Degree of freedom	ارتفاع Height	تعداد شاخه فرعی Lateral shoot	وزن خشک بوته Dry mater	وزن خشک ساقه Shoot dry mater
Rep	3	0.4061	0.2713	0.9782	0.6184
A	2	<.0001	0.3414	0.0034	0.0001
B	2	0.4149	0.7884	0.6824	0.3560
C	3	0.4629	0.5022	0.4338	0.1259
A*B	4	0.7691	0.3567	0.4629	0.3359
A*C	6	0.2742	0.4328	0.3031	0.1231
B*C	6	0.7239	0.4316	0.1041	0.5453
A*B*C	12	0.9837	0.4034	0.1963	0.3347

Rep: تکرار A: طول مدت زمان همجواری، B: تعداد گیاهان همجوار، C: نوع گونه ی همجوار

A: time of neighboring, B: number of plant neighbors, C: type of plant neighbor

اعداد داخل جدول نشان دهنده p value می‌باشد

اعداد کوچکتر از ۰،۰۵ معنی‌داری را نشان می‌دهد.

جدول ۲- اثر مختلف فاکتور طول مدت زمان همجواری بر شاخص‌های مختلف

Table 2- Effect of different levels of time of neighboring on different grow indices

صفت Trait	۱۵ روز همجواری 15 days neighboring	۳۰ روز همجواری 30 days neighboring	٤٥ روز همجواری 45 days neighboring
ارتفاع Height	32.1 (c)	35.25 (b)	41.2 (a)
تعداد شاخه فرعی Lateral shoot	15.64 (a)	16.18 (a)	15.72 (a)
تعداد شاخه فرعی نسبت به ارتفاع همان گیاه Lateral shoot on height	0.49 (a)	0.46 (b)	0.38 (c)
وزن خشک کل Dry matter	22.0 (b)	22.9 (b)	24.60 (a)
وزن خشک ساقه Shoot dry matter	6.1 (b)	6.5 (b)	8.1 (a)

اعداد نشان دهنده میانگین مربوط به هر صفت.

حروف یکسان در هر ردیف عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

Numbers represent the mean

Means that don't share a letter are significantly different

نوع و تعداد گونه‌ی همجوار هیچ گونه تأثیری بر روی افزایش ارتفاع ساقه‌ی لوبیا از خود نشان ندادند. با افزایش طول مدت زمان همجواری، میانگین ارتفاع برای زمان‌های ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز همجواری به ترتیب ۳۲/۱، ۳۵/۲و ۴۱/۲ سانتی‌متر به دست آمد. با توجه به اینکه هر گونه‌ی گیاهی، الگوی رشد بخصوصی دارد، در نهایت حجم مشخصی از زیست توده را ایجاد می‌کند و مقدار آن در گونه‌های مختلف متفاوت است. میزان نور قرمزدوری که هر گیاه منعکس می‌کند همبستگی مستقیمی با حجم و تعداد گونه دارد. هر چه حجم، تعداد، ارتفاع و سطح برگ تولید شده از هر گونه بیشتر باشد، حجم بالاتری از نور مادون قرمز منعکس می‌شود، لذا با توجه به ماهیت بروز مکانیسم‌های اجتناب از سایه، انتظار می‌رفت که تغییر ارتفاع در گیاه مرکزی همجوار با تعداد و نوع گونه‌های مختلف متفاوت باشد، اما اینگونه نشد.

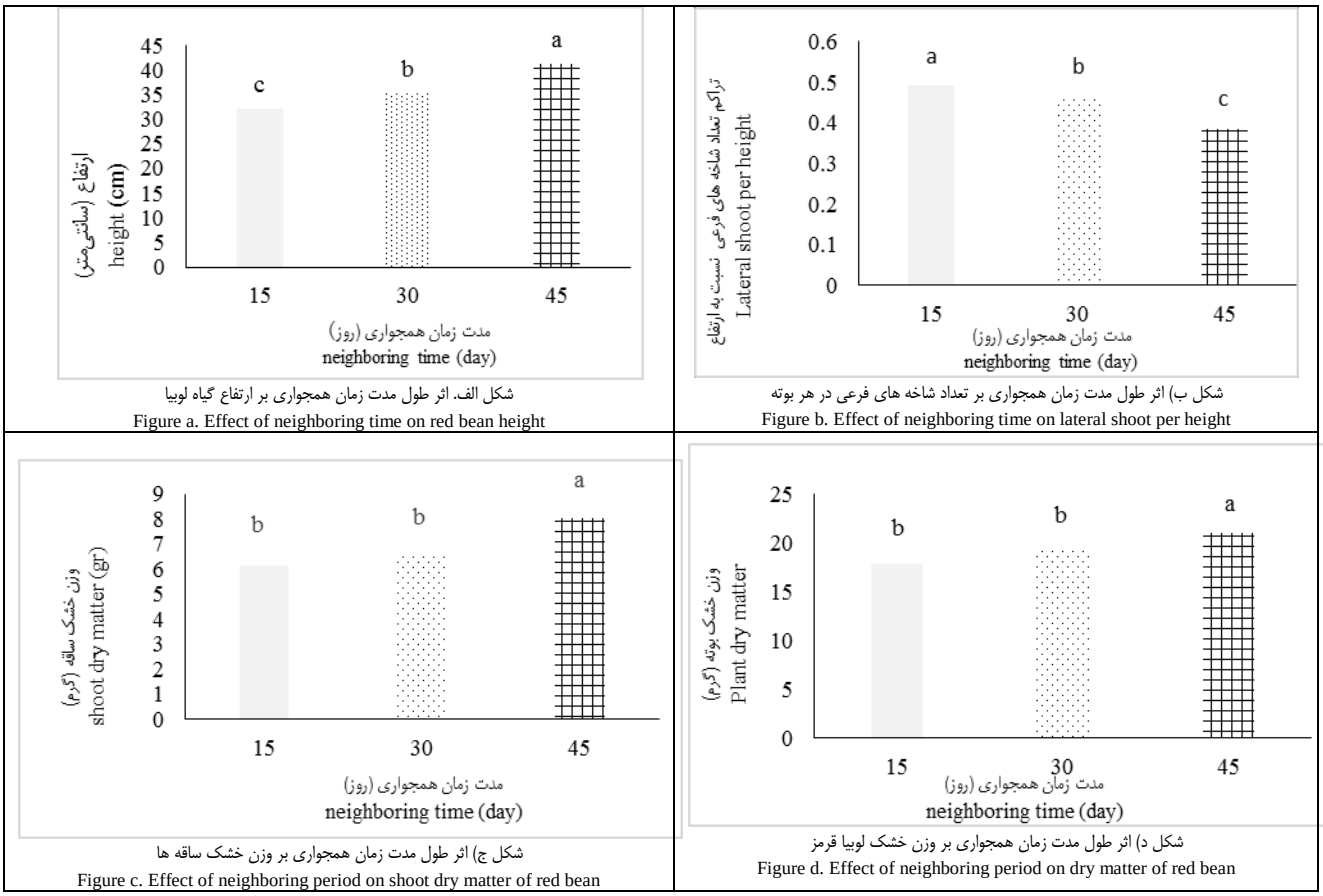
تعداد شاخه فرعی

میزان p-value برای هر کدام از فاکتورهای مدت زمان همجواری، تعداد گیاهان همجوار و طول مدت زمان همجواری به ترتیب ۰/۳۴، ۰/۷۸و ۰/۵۰ بدست آمد که هیچ کدام از این فاکتورها نشان دهنده‌ی سطح معنی‌داری این صفت نبود. از طرفی با توجه به اینکه طول مدت زمان همجواری در اغلب صفت‌ها تأثیر معنی‌داری را نشان داده است، میانگین این رقم به ترتیب در تیمارهای ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز بعد از همجواری به ترتیب ۱۵/۶، ۱۶/۲ و ۱۵/۷ بدست آمد که نشان داد که حتی مدت زمان همجواری گیاهان بر روی این صفت اثر معنی‌داری نداشته است. تعداد شاخه‌فرعی به عنوان یکی از صفات قابل توجه، در اکثر آزمایشات، همواره به عنوان یکی از مکانیسم‌های اجتناب از سایه مطرح بوده است (۲، ۶ و ۷). یکی از فاکتورهایی که گیاهان در اکوسیستم‌های مختلف همواره رقابت را تحت تأثیر قرار می‌دهد، فضاست (۱۳). بر طبق مفهوم فضا، گیاهان زمانی که در کنار هم قرار می‌گیرند، تمایل دارند شاخ و برگ خود را به سمت فضاهای خالی بکشانند و فضاها را به تصرف خود درآورند. لذا انتظار می‌رفت، در این صفت، فاکتور تعداد گونه‌های همجوار، اثر معنی‌داری داشته باشد. به عبارتی انتظار می‌رفت زمانی که گیاه در کنار تعداد بیشتری از گیاهان همجوار قرار می‌گیرد، با کاهش تعداد شاخه‌های فرعی مواجه شود، اما چنین اتفاقی رخ نداد. نکته‌ای که در مورد این صفت وجود دارد، این است که تعداد شاخه‌های جانبی، تا حد زیادی به واسطه ژن ها کنترل شده و به عبارتی صفتی است که بیش از اینکه تحت تاثیر محیط باشد، تحت تأثیر ژن‌ها قرار می‌گیرد (۹). از این رو به نظر می‌رسد معنی‌دار نشدن فاکتورها تا حدی بستگی به این واقعیت داشته باشد. با توجه به اینکه مطالب ذکر شده، با نتایج به دست آمده در تناقض آشکاری قرار داشت، بدین ترتیب، پراکنش شاخه های فرعی در بوته یا تعداد شاخه فرعی نسبت به ارتفاع در هر بوته مورد ارزیابی قرار گرفت. تعداد شاخه‌فرعی در واحد ارتفاع نسبت به طول مدت زمان همجواری واکنش نشان داد. به نحوی که میزان P-value برای فاکتورهای طول مدت زمان همجواری، تعداد گونه‌های همجوار و نوع گونه‌ی همجوار به ترتیب ۰/۰۰۰۱، ۰/۶۲ و ۰/۱۷ به دست آمد که نشان داد طول مدت زمان همجواری بر روی این نسبت تأثیرگذار است. همچنین با مقایسه‌ی میانگین‌های مربوط به فاکتور طول مدت زمان همجواری مشاهده شد که میانگین این نسبت به ترتیب در تیمارهای ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز همجواری به ترتیب ۰/۴۹، ۰/۴۶ و ۰/۳۸ به دست آمد که نشان داد میزان این نسبت با طول مدت همجواری رابطه‌ی عکس دارد. یعنی تعداد شاخه‌های فرعی در واحد تک بوته تغییر نکرد، اما نسبت به ارتفاع تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید. در

واقع تاثیر همجواری بر روی تعداد شاخه فرعی مشاهده نشد، بلکه پراکندگی شاخه‌های فرعی در واحد تک بوته تحت تأثیر قرار گرفت.

وزن خشک گیاه

در براورد شاخص وزن خشک گیاهی نیز مدت زمان همجواری تاثیر گذار بود. نتایج مقایسه p-value نشان داد که همانند اغلب صفات اندازه‌گیری شده، در این صفت نیز طول مدت زمان همجواری بر تغییرات وزن خشک اثر معنی‌داری داشته است. میزان آن به ترتیب برای فاکتورهای طول مدت زمان همجواری، تعداد گیاهان همجوار و نوع گیاهان همجوار به ترتیب ۰/۰۰۳۴، ۰/۶۸ و ۰/۴۳ به دست آمد. بدین ترتیب هر چه مدت زمان همجواری گیاهان با گیاهان مرکزی بیشتر باشد، وزن خشک تولید شده توسط گیاه نیز بیشتر خواهد شد. میانگین وزن خشک بوته با توجه به مقایسات میانگین مربوط به طول مدت زمان همجواری به ترتیب برای مدت زمان‌های ۴۵، ۳۰ و ۱۵ روز ۲۴/۶، ۲۲/۹ و ۲۲ گرم در واحد تک‌بوته بدست آمد که نشان دهنده‌ی این واقعیت است که طول مدت همجواری با زیست توده‌ی تولید شده توسط گیاه رابطه‌ی مستقیم دارد. تغییرات به وجود آمده در کیفیت نور سبب بروز تغییراتی در وزن خشک بخش‌های هوایی و زمینی گیاه می‌گردد. تغییرات کیفیت نور باعث تغییر در نسبت شاخساره به ریشه خواهد شد (۷). گیاه بعد از دریافت سیگنال از محیط و تغییرات ایجاد شده در کیفیت نور، تغییراتی را جهت تطابق خود با فضای به وجود آمده ایجاد کند. با توجه به اینکه جریان رقابت تحت تاثیر تغییرات کیفیت نور، بیشتر در قسمت هوایی جریان دارد، از این رو این انتظار می‌رود که بخش زیرزمینی گیاه نسبت به بخش هوایی، از نظر زیست‌توده تغییرات کمتری داشته باشد. با توجه به وسعت طرح، امکان اندازه‌گیری قسمت های زیرزمینی گیاه فراهم نبود، اما روندی که از آزمایشات گوناگون برآورد شده است نشان می‌دهد که بروز مکانیسم‌های اجتناب از سایه باعث افزایش نسبت بخش هوایی به بخش زیرزمینی می‌شود، اما با توجه به اینکه زیست توده بخش زیرزمینی در این آزمایش اندازه‌گیری نشده است از این رو قابل بحث نیست.



شکل الف. اثر طول مدت زمان همجواری بر ارتفاع گیاه لوبیا
Figure a. Effect of neighboring time on red bean height

شکل ب) اثر طول مدت زمان همجواری بر تعداد شاخه های فرعی در هر بوته
Figure b. Effect of neighboring time on lateral shoot per height

شکل ج) اثر طول مدت زمان همجواری بر وزن خشک ساقه ها
Figure c. Effect of neighboring period on shoot dry matter of red bean

شکل د) اثر طول مدت زمان همجواری بر وزن خشک لوبیا قرمز
Figure d. Effect of neighboring period on dry matter of red bean

شکل ۱- تأثیر طول مدت زمان همجواری گیاهان مختلف بر بروز مکانیسم‌های اجتناب از سایه در گیاه لوبیا قرمز

Figure 1- Effect of neighboring time on shade avoidance mechanism in red bean

اما زیست‌توده‌ی سایر اجزای گیاه مورد بررسی قرار گرفت. اثر فاکتورهای مختلف بر روی وزن خشک ساقه نشان داد که طول مدت زمان همجواری بر روی این صفت تأثیرگذار بوده است. به نحوی که میزان p value برای این صفت به ترتیب در فاکتورهای مدت زمان همجواری، تعداد گونه های همجوار و طول مدت زمان همجواری به ترتیب ۰/۰۰۰۱، ۰/۳۵ و ۰/۱۲ به دست آمد. همچنین میانگین بدست آمده از این فاکتور برای طول مدت زمان ۴۵، ۳۰ و ۱۵ روز همجواری به ترتیب ۸/۱، ۶/۵ و ۶/۱ به دست آمد. بدین ترتیب وزن خشک ساقه تحت تاثیر کیفیت نور قرار گرفت و میزان آن با کاهش کیفیت نور، افزایش پیدا نمود.

نتیجه‌گیری

تأثیر فاکتورهای مختلف بر تغییرات صفاتی از لوبیا قرمز مورد ارزیابی قرار گرفت. از میان تمام فاکتورهای مورد آزمایش، اثر طول مدت زمان همجواری، در غالب صفات معنی‌دار بود و با افزایش طول مدت زمان همجواری، صفات مربوطه بیشتر تحت تأثیر قرار گرفتند. اغلب واکنش‌هایی که در این آزمایش مشاهده شد، متفاوت از آنچه که انتظار می‌رفت به دست آمد. به عبارتی در اغلب مطالعاتی که بر روی مکانیسم‌های اجتناب از سایه به دست آمده بود، تغییرات بسیار اندک در کیفیت نور و یا تغییر اندک در ترکیب گونه‌های همجوار باعث بروز مکانیسم‌های اجتناب از سایه شد. به عبارتی بروز مکانیسم های اجتناب از سایه حساسیت بالایی به تغییرات کیفیت نور دارند. در این آزمایش تغییرات مورفولوژیکی قابل توجهی از فاکتورهای آزمایش حاصل نشد. انتظار می‌رفت واکنش صفات در واکنش به حجم بالای فاکتورها با شدت بیشتری مشاهده شود. اما در غالب صفات تنها مدت زمان همجواری آن هم به مدت ۴۵ روز اثر معنی‌داری بر روی نتایج آزمایشات بر جای گذاشت.

منابع

1- Afifi M., Lee E., Lukens L., and Swanton C. 2015. Thiamethoxam as a seed treatment alters the physiological response of maize (*Zea mays*) seedlings to neighboring weeds. Pest Management Science 71(4): 505-514.
2- Casal J.J. 2013. Canopy light signals and crop yield in sickness and in health. ISRN Agronomy.
3- Gramig G.G., and Stoltenberg D.E. 2009. Adaptive responses of field grown common lambsquarters (*Chenopodium album*) to variable light quality and quantity environments. Weed Science 57: 271–280.
4- Kegge W., Ninkovic V., Glinwood R., Welschen R.A., Voesenek L.A., and Pierik R. 2015. Red: far-red light conditions affect the emission of volatile organic compounds from barley (*Hordeum vulgare*), leading to altered biomass allocation in neighboring plants. Annals of Botany 115(6): 961-970.
5- Kim H.W., Sadeghi A., McKenzie -Gopsill A., Afifi M., Bozzo G., Lee E.A., and Swanton C.J. 2016. Changes in light quality alter physiological responses of soybean to thiamethoxam. Planta 244(3): 639-650.
6- Lötscher M., and Nösberger J. 1997. Branch and root formation in *Trifolium repens* is influenced by the light environment of unfolded leaves. Oecologia 111(4): 499-504.
7- Maddonni G.A., Otegui M.E., Andrieu B., Chelle M., and Casal J.J. 2002. Maize leaves turn away from neighbors. Plant Physiology 130(3): 1181-1189.
8- McCree K.J. 1971. The action spectrum, absorbance and quantum yield of photosynthesis in crop plants. Agricultural Meteorology 9: 191-216.
9- McIntyre G.I. 1968. Nutritional control of the correlative inhibition between lateral shoots in the flax seedling (*Linum usitatissimum*). Canadian Journal of Botany 46(2): 147-155
10- Roig-Villanova I., and Martínez-García J.F. 2016. Plant responses to vegetation proximity: a whole life avoiding shade. Frontiers in Plant Science, 7.
11- Swanton C.J., Weaver S.P., Cowan R. van Acker, Deen W. and Shrestha A. 1999. Weed thresholds: theory and applicability. Journal of Crop Production 2: 9–29
12- Zhang T., Maruhnich S.A., and Folta K.M. 2011. Green light induces shade avoidance symptoms. Plant Physiology, 157(3): 1528-1536
13- Zimdahl R.L. 1993. Fundamentals of Weed Science. New York: Academic Press, pp: 122–128

Journal of Plant Protection
Vol. 33, No. 3, Fall 2019, P. 355-361

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸، ص. ۳۶۱-۳۵۵

Effects of Time, Number and Type of Neighboring Plant on Shade Avoidance Syndromes on Red Bean

A. Bagheri[1]-Gh. Asadi*[2]- A. Ghanbari[2]

Received: 17-03-2018
Accepted: 25-09-2019

Introduction: The light received by plants is composed of different types of wavelength, ranged from ultraviolet to infrared. The range between 400 nm and 700 nm is used by plants to drive photosynthesis and is typically referred as to Photosynthetically Active Radiation (PAR). Plants are very good filters of light. They absorb and use most of the R light available to them for photosynthesis, but reflect or transmit most of the FR light, since FR light is not useful in photosynthesis. As a result, the ratio of R: FR will be decreased. Red to far red ratio (R: FR) is considered as an indicator of the quality of light. Recent physiological studies indicate that plants can perceive the quality of light reflected from neighbors as an accurate predictor of future competition, and respond morphologically even before they are directly shaded. Understanding the loss of quality of light, and taking away red wavelengths, creates a series of reactions in the plant such as stem elongation, reduction in stem diameter, and a reduction in shoot and root biomass and so forth that are known as shade avoidance syndrome (SAS). In this study, we established a pot experiment to evaluate the effects of time, number and type of neighboring plants on shade avoidance mechanisms in red bean.

Materials and Methods: In order to investigate the effects of the neighboring plants consist of *Phaseolus vulgaris*, *Zea maize*, *Amaranthus retroflexus* and *Chenopodium album* with *Phaseolus vulgaris* (as target plant), a pot experiment was conducted in Ferdowsi University of Mashhad during spring and summer in 2016. The experiment was designed as a factorial with three factors and four replicates based on a randomized complete block design. The first, second, and third factors were, respectively, the duration of the neighboring period of the plants with red bean (15, 30 and 45 days), the number of plants neighbors with red bean (1, 2 and 3 plants), and the type of neighboring species with red bean, including *Phaseolus vulgaris*, *Zea maize*, *Amaranthus retroflexus* and *Chenopodium album*. The plants were planted, watered, fertilized and treated carefully. After completing the neighboring time for each treatment, all plants neighbored with target plant (central) were removed and the target plant remained to grow. This work was performed 15, 30 and 45 days after planting. At third stage (45 days of neighboring), after removing the third groups of neighboring plants, all target plants were harvested and some morphological traits such as plant height, number of branches, leaf dry mater, shoot dry mater were measured. Finally, all statistical analyses were performed using SAS 9.1 ((SAS Institute, Cary, NC)) with a type 1 error rate set at $P \leq 0.05$.

Results and Discussion: The results of this experiment showed that among all the investigated factors, the duration of neighboring plants had a significant effect on most traits. Only leaf dry matter reacted to the number of neighboring species and also none of the traits was affected by the type of species. The comparison of means test related to the neighboring duration factor showed that among time of neighboring with central plant (15, 30 and 45 days), third treatment i.e. 45 days neighboring had the significant impact on most of the traits. The amount of plant height for time of 15, 30 and 45 of neighboring was 32.1, 35.2 and 41.2, respectively, demonstrating that time of neighboring is a vital factor in shade avoidance mechanism, regardless of type and number. In this experiment, neighboring did not affect lateral shoot. However, further assessment showed that the lateral shoot is a gene-based trait and the number of lateral shoot is constant. But neighboring time influenced the rate of lateral shoot number per height. The amount of that for the trait of 15, 30 and 45 days neighboring was 0.49, 0.46 and 0.38, respectively. In fact, the continuity of presence of neighboring plants besides the central plants is considered as an effective factor in the appearance of shade avoidance mechanisms. In this experiment, the presence of neighboring species type was one of the evaluated factors assumed to have different influences on shade avoidance mechanisms in beans. Considering that in shade avoidance mechanisms, the biomass volume produced by a plant is considered as reflection of farther red light with higher impact on neighboring plant, but the species treated has no effect on shade avoidance mechanism on red bean. Finally, the quality of light is more

1, 2 and 3- Ph.D. Student of Weed Science and Associate Professors, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, respectively.
(*- Corresponding Author Email: asadi@um.ac.ir)

strongly affected, with increasing the number of neighboring species. This should be sensitive to the occurrence of shade avoidance mechanisms from the central plant, but number of species did not significantly impact trait.

Keywords: Competition, Light quality, Neighboring, Shade avoidance Syndrome