نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۱، شماره ۲ ، تابستان ۱۳۹۲، ص. ۲۲۵-۲۱۵

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 11, No. 2, Summer. 2013, p. 215-225

# ارزیابی تنوع علف‌های هرز و شبیه سازی جذب و توزیع نور درکانوپی چندکشتی و تک‌کشتی ارزن دم‌روباهی (*Setaria italica* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)

علیرضا کوچکی[۱]- مهدی نصیری محلاتی[۲]- سارا سنجانی[۳*]

تاریخ دریافت:۱۳۸۸/۱۱/۴
تاریخ پذیرش:۱۳۸۹/۲/۵

## چکیده

به منظور ارزیابی تنوع علف‌های هرز و شبیه سازی نور دریافتی در کشت خالص و مخلوط ارزن و لوبیا آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار و در چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی در سال ۱۳۸۸ اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی شامل کشت خالص لوبیا، کشت خالص ارزن، کشت مخلوط افزایشی ارزن و لوبیا و تیمار شاهد بدون گیاه بودند. در این آزمایش شاخص تنوع شانون و شاخص تشابه سورنسون در شش مرحله نمونه گیری مورد بررسی قرار گرفتند. در مراحل مختلف نمونه‌گیری تفاوت معنی داری بین تیمارهای آزمایش وجود داشت. در مرحله اول کمترین تنوع علف‌های هرز در تیمار کشت مخلوط مشاهده شد اما در سایر مراحل این تیمار با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان نداد. بیشترین تنوع علف‌های هرز در تیمار شاهد مشاهده شد. نتایج شاخص سورنسون نشان داد که در طی سه مرحله ابتدایی نمونه گیری میزان تشابه تیمار کشت مخلوط با شاهد یک روند نزولی را داشت. از مدل INTERCOM برای شبیه سازی نور دریافتی استفاده شد. نتایج نشان داد که در جذب مؤثر نور، ارتفاع گیاه و نحوه توزیع برگ‌ها در کانوپی مؤثرتر از شاخص سطح برگ است. در کانوپی مخلوط به علت تفاوت‌های مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی دو گونه، جذب نور به طور موثرتری صورت گرفت، در نتیجه بیشترین تداخل در جذب نور توسط علف‌های‌هرز ایجاد شد.

**واژه‌های کلیدی:** تنوع علف‌های هرز، شاخص شانون، شاخص سورنسون، شبیه سازی جذب نور

## مقدمه

علف‌های هرز به عنوان یکی از اجزاء مکمل بوم نظام‌های کشاورزی و جزء جدایی ناپذیر در سیستم‌های کشاورزی محسوب می‌شوند. به دلیل آثار مخرب ناشی از رقابت بر عملکرد محصولات زراعی، علف‌های هرز از دیر باز به عنوان جزیی نامطلوب از بوم نظام‌های کشاورزی شناخته شده و یکی از مهمترین عوامل کاهش دهنده میزان محصول به شمار می‌روند (۱۳). در کشاورزی رایج مبارزه شیمیایی از جمله مهمترین راهکارهایی است که انسان با هدف کاهش حضور علف‌های هرز به کار گرفته است. استفاده بی رویه از نهاده‌های خارجی که از ویژگی‌های کشاورزی فشرده می‌باشد، اثرات جانبی فراوانی از جمله آلودگی محیط زیست، ایجاد مقاومت در آفات و علف‌های هرز را به همراه داشته است (۲۵). در این راستا به منظور کاهش مصرف علف کش ها شناخت و درک پتانسیل‌های اکولوژیکی مدیریت علف‌های‌هرز ضروری به نظر می‌رسد.

با این که اهمیت تنوع زیستی در بوم نظام‌های زراعی توسط بسیاری از محققان مورد تأیید قرار گرفته است، اما اطلاعات موجود در مورد اثر متقابل بین تنوع و کارکرد بوم نظام‌های زراعی، ناچیز است، البته توافق عمومی بر این است که افزایش تنوع، پیچیدگی ذاتی بوم نظام‌های زراعی را افزایش می‌دهد و از این طریق فرایندهای آن را تقویت می‌کند (۱). بنابراین ایجاد تنوع در سیستم‌های کشت به عنوان راه حلی برای مشکلات کشاورزی رایج مطرح است (۶). یکی از راه‌های افزایش تنوع در بوم نظام‌های زراعی، استفاده از انواع چند کشتی از جمله کشت مخلوط است (۱۶). کشت مخلوط به کشت بیش از یک گیاه در یک قطعه زمین و در یک سال زراعی به طوری که یک گیاه در اکثر دوره رویش خود در مجاورت گیاه دیگر باشد، اطلاق می‌شود (۶). در این سیستم کشت، فضاها و آشیان‌های موجود در محیط، توسط گونه‌های مفید اشغال می‌شود و علف‌های هرز و گونه‌های مهاجم اجازه حضور نمی یابند (۲).

۱، ۲ و ۳- به ترتیب استادان و دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: sanjani20_s@yahoo.com)

بانیک و همکاران (۷) بیش از ۷۰درصد کاهش در جمعیت علف‌های هرز را در کشت مخلوط گندم و نخود گزارش کردند. آجینهو و همکاران (۴) گزارش کردند که با افزایش تراکم باقلا در مخلوط با جو، زیست توده علف های هرز یک روند کاهشی داشت و کمترین زیست توده علف‌های‌هرز در تیمار جو به علاوه ۶۲/۵ درصد از تراکم مطلوب باقلا مشاهده گردید و به طور موثری موجب سرکوب علف‌های هرز شد. آلفورد و همکاران (۵) در بررسی اثر کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر کنترل علف‌های هرز به نتایج مشابه دست یافتند و علت کاهش تراکم علف هرز را ترکیب مکملی گیاهان زراعی در کشت مخلوط که باعث افزایش توان رقابتی گیاهان با علف های هرز می شود، ذکرکردند. در این رابطه واندرمیر (۲۵) اظهار داشت که مکانیسم کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط می‌تواند به این صورت باشد که یکی از گیاهان زراعی از طریق رقابت با علف‌های هرز، محیطی برای گیاهان زراعی دیگر فراهم می‌کند که در آن زیست توده علف‌های‌هرز را کاهش می‌دهد.

بسیاری از مطالعات انجام شده تا کنون در زمینه کشت مخلوط و کنترل علف‌های هرز بر روی کاهش زیست توده علف‌های هرز در اثر رقابت ایجاد شده در کشت مخلوط بوده است اما مطالعات اندکی بر روی تغییرات ایجاد شده در ساختار جامعه علف‌های هرز در کشت مخلوط انجام شده است. شواهدی وجود دارد (۹ و۲۱) که حضور گیاهان زراعی تغییراتی در جامعه علف‌های هرز از جمله تغییر زیست توده در بین گونه‌های علف‌هرز، ایجاد می‌کنند. مولر و لیبمن (۱۷) در آزمایشی بر روی نخود و جو مشاهده کردند که سرکوب گونه‌های غالب علف هرز بیشتر از کاهش تولید در گیاه اصلی بوده است. بنابراین قابل انتظار است که افزودن یک گونه زراعی همراه به کشت خالص توزیع زیست توده در بین جمعیت گونه‌های علف هرز را تغییر دهد و تغییراتی را در ساختار جمعیت آن ها ایجاد کند. پوگیو (۲۱) معتقد است، ساختار جوامع و تنوع گونه ای علف‌های هرز در نتیجه عوامل محیطی، مدیریتی و رقابت بین گونه ای بین علف‌های هرز و گیاهان زراعی و رقابت درون گونه ای بین علف‌های‌هرز تعیین می‌گردد.

در کانوپی‌های متراکم و در شرایطی که گیاه از نظر آب و عناصر غذایی کمبود ندارد، نور مهمترین منبعی است که گیاه با گیاهان مجاور خود بر سر آن رقابت می‌کند. رقابت برای نور یک فرایند لحظه‌ای بوده و بستگی به سهم نسبی نور جذب شده توسط گونه‌های موجود در کانوپی مخلوط و راندمان مصرف آن دارد (۲۴). بومان و همکاران (۹) اظهار داشتند که زیست توده و پتانسیل تولید بذر علف‌های هرز در کشت مخلوط تره فرنگی (*Allium porrum* L.) با کرفس (*Apium graveolens* L.) در مقایسه با تک کشتی تره فرنگی کاهش یافت که دلیل این امر را افزایش جذب نور توسط کانوپی و در نتیجه افزایش توان رقابتی مخلوط ذکر کردند. در کانوپی مخلوط، اندازه گیری جذب نور توسط هر گونه، امکان پذیر نیست و مدل سازی فرایند جذب نور به عنوان مطلوب ترین روش برای تعیین میزان نور دریافتی هر گونه محسوب می‌شود (۱۲). در دهه‌های گذشته چندین مدل برای پیش بینی رقابت بر سر نور پیشنهاد شده است. اسپیترز و آئرز (۲۳) مدلی را پیشنهاد کردند که در آن کانوپی به چندین لایه تقسیم شده و جذب نور توسط هر لایه بر اساس سهم سطح برگ در آن لایه محاسبه می‌شود.

هدف از انجام این مطالعه بررسی اثر کشت خالص و مخلوط ارزن و لوبیا بر تنوع علف‌های هرز و شبیه سازی نور دریافتی توسط هر یک از اجزاء در مخلوط می‌باشد.

## مواد و روش ها

این تحقیق در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۸ دقیقه شرقی، ارتفاع ۹۴۵ متر از سطح دریا و متوسط بارندگی ۲۶۰ میلیمتر در سال) انجام شد. آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار و در چهار تکرار اجرا شد. تیمارها شامل: کشت خالص لوبیا (A)، کشت خالص ارزن (B)، کشت مخلوط افزایشی ارزن و لوبیا (C) و تیمار شاهد بدون گیاه (D). ارزن با تراکم ۵۰ بوته در متر مربع و لوبیا با تراکم ۲۰ بوته در مترمربع با فواصل ردیف ۵۰ سانتی متر در۲۰ اردیبهشت ماه به روش دستی و همزمان، کشت شدند (در کشت خالص و مخلوط). ابعاد هر کرت ۳× ۷ متر در نظر گرفته شد و بین کرت ها دو خط کشت نشده در نظر گرفته شد. آبیاری گیاهان بلافاصله بعد از کاشت و با در نظر گرفتن دور آبیاری ۷ روز تا انتهای فصل رشد انجام شد. عملیات وجین در هیچ یک از تیمارها تا انتهای فصل رشد انجام نشد. عملیات تنک در مرحله ۴-۲ برگی ارزن انجام شد. به منظور بررسی روند رشد و تعیین تعداد و نوع علف‌های هرز از ۵۶ روز پس از کاشت تا پایان فصل رشد هر دو هفته یکبار و در مجموع ۶ بار نمونه گیری انجام شد (مرحله اول: ۱۴ تیر، مرحله دوم: ۲۸ تیر، مرحله سوم: ۱۱ مرداد، مرحله چهارم: ۲۵ مرداد، مرحله پنجم: ۸ شهریور، مرحله ششم: ۲۲ شهریور). به این منظور کوادراتی به ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی متری به طور تصادفی در هر کرت قرار داده شد و تشعشع در بالا و پایین کانوپی (چهار مرتبه در زوایای مختلف) توسط دستگاه تشعشع سنج اندازه گیری شد و سپس گیاهان و علف‌های هرز موجود جمع‌آوری شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. شاخص سطح برگ آنها توسط دستگاه اندازه گیری سطح برگ تعیین شد و نوع گونه‌های علف‌هرز و تراکم آن‌ها نیز ثبت شد. وزن خشک آن ها پس از خشک شدن در دمای۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت اندازه گیری شد. برای تعیین میزان تنوع علف‌های‌هرز از شاخص

شانون (H´) استفاده شد (۱۵):

$$H'=-\sum P_i \times \text{Log } P_i \quad (۱)$$

Pi: فراوانی نسبی گونه ها $P_i = n_i / N$

$n_i$: تعداد افراد گونه i ام، N: تعداد کل افراد

میزان تشابه نوع علف‌های هرز در تیمارهای مختلف توسط شاخص سورنسون (S) تعیین شد (۱۵):

$$S= 2C/S1+S2 \quad (۲)$$

$S_1$: تعداد گونه در جامعه ۱

$S_2$: تعداد گونه در جامعه ۲

C: تعدادگونه‌های مشابه در هر دو جامعه

به منظور تعیین سهم هر یک از گونه ها و علف‌های هرز از تشعشع از مدل INTERCOM استفاده شد. ورودی‌های مدل شامل: ارتفاع گونه ها (H)، شاخص سطح برگ هر گونه (LAI) و ضریب خاموشی نور (K) بود.

## ساختمان مدل

درون یک کانوپی، تشعشع از بالا به سمت پایین به صورت نمایی بر اساس معادله زیر کاهش می‌یابد (۱۴):

$$I_h=(1-\rho)I_0 \exp(-KL) \quad (۳)$$

که در آن $I_h$ میزان تشعشع (PAR) در ارتفاع h کانوپی (از سطح گیاه) برحسب ژول برمترمربع در ثانیه، $I_0$ میزان تشعشع در بالای کانوپی (ژول برمترمربع زمین در ثانیه)، L شاخص سطح برگ تجمعی از بالا به پایین کانوپی (مترمربع برگ بر مترمربع زمین)، ρ ضریب انعکاس نور در کانوپی و K ضریب خاموشی نور (مترمربع زمین برمترمربع برگ) می‌باشند.

معادله ۳ برای کشت خالص مناسب است اما در کشت مخلوط که بیش از یک گونه در حال رقابت است و گونه‌ها دارای ارتفاع‌های مختلف هستند باید سطح برگ تجمعی هر گونه در بالای یک ارتفاع مشخص به طور جداگانه محاسبه گردد. در این حالت معادله ۳ به صورت زیر خواهد بود:

$$I_h=(1-\rho)I_0 \exp(-\sum K_i L_{h,i}) \quad (۴)$$

که در آن $L_{h,i}$ شاخص سطح برگ تجمعی (به سمت پایین) گونه i در هر ارتفاع از کانوپی و$K_i$ ضریب خاموشی گونه i (مترمربع زمین بر متر مربع برگ) می‌باشد.

سطح برگ تجمعی هر گونه بر اساس رابطه بین تراکم سطح برگ و ارتفاع گیاه محاسبه می‌شود. تراکم سطح برگ یا LAD( Leaf Area Density) نشان دهنده سطح برگ پیرامون یک نقطه خاص از ارتفاع کانوپی است (مترمربع برگ بر مترمربع زمین بر ارتفاع).

LAD در مدل‌های مختلف برای محاسبه پروفیل و جذب نور توسط گونه‌های مخلوط استفاده شده است (۱۴و۲۳). در مدل‌های مختلف توابع متفاوتی برای توزیع سطح برگ در طول کانوپی در نظر گرفته شده است. کراف و همکاران (۱۴) در مدل INTERCOM توزیع سطح برگ در کانوپی را به صورت سهمی در نظر گرفتند. در تابع سهمی فرض بر این است که حداکثر سطح برگ هر گونه در ۵۰ درصد ارتفاع حاصل می‌شود.

$$LAD_h = (6LAI / h_t^3) (h_t - h) * h \quad (۵)$$

که در آن : $LAD_h$ تراکم سطح برگ در ارتفاع h( $m^2/m^3$ )

$h_t$ ارتفاع گیاه

h ۵۰ درصد ارتفاع گیاه (ارتفاعی که در آن حداکثر LAD دیده شده است).

پس از محاسبه LAD از معادله ۵ می‌توان شاخص سطح برگ تجمعی هر گونه(i) را در هر ارتفاع از کانوپی به شرح زیر محاسبه کرد:

$$L_{h,i} = L_i - ((L_i / h_t^3) h^2 (3h_t - 2h)) \quad (۶)$$

که در آن : $L_{h,i}$ شاخص سطح برگ تجمعی گونه i در ارتفاع h

$L_i$ شاخص سطح برگ کل گونه i

$h_t$ ارتفاع کل گونه i

H ارتفاعی که در آن حداکثر LAD دیده شده است.

با قرار دادن شاخص سطح برگ تجمعی ($L_h$) در معادله ۴ می‌توان مقدار تشعشع را در هر ارتفاع از کانوپی مخلوط محاسبه کرد. ضریب خاموشی نور (K) برای تمامی گونه‌ها یکسان در نظر گرفته شد.

آنالیز داده ها و ترسیم نمودارها با نرم افزار MSTATC و EXCEl انجام شد و مقایسه میانگین ها با آزمون دانکن صورت گرفت.

## نتایج و بحث

در تیمارهای مختلف در مجموع ۱۲ گونه علف هرز مشاهده شد که عمده ترین آن ها سوروف (*Echinochloa crus-galli*)، تاجریزی (*Solanum nigrum*) تاج خروس ( *Amaranthus retroflexus*) و سلمه (*Chenopodium album*) بودند (جدول۱). عمده علف‌هایهرز مشاهده شده پهن برگ و یکساله بودند.

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود شاخص تنوع شانون علف‌های هرز در مراحل ۱،۲، ۳ و ۶ نمونه گیری به طور معنی داری تحت تاثیر تیمارهای کشت خالص و مخلوط دو گیاه قرار گرفتند. به طوریکه در تمامی مراحل ذکر شده کمترین تنوع مربوط به تیمارکشت مخلوط (C) و بیشترین آن در تیمار شاهد بدون گیاه (D) مشاهده شد (جدول ۳). قابل ذکر است که فقط در مرحله اول، تیمار کشت مخلوط با تیمارهای کشت خالص ارزن و لوبیا تفاوت معنی داری را نشان داد. شاخص تنوع شانون علف‌هایهرز در کشت خالص لوبیا کمتر از کشت خالص ارزن بود هر چند که از نظر آماری تفاوت معنی داری نداشتند.

**جدول ۱- مشخصات گونه‌های علف هرز مشاهده شده در تیمارهای مختلف آزمایش**

| نام گونه | شکل رویشی | مسیر فتوسنتزی | چرخه رویشی |
|---|---|---|---|
| *Echinochloa crus-gali* | باریک برگ | C 3 | یکساله |
| *Solanum nigrum* | پهن برگ | C 3 | یکساله |
| *Amaranthus retroflexus* | پهن برگ | C 4 | یکساله |
| *Amaranthus viridis* | پهن برگ | C 4 | یکساله |
| *Chenopodium album* | پهن برگ | C 3 | یکساله |
| *Polygonum aviculare* | پهن برگ | C 3 | یکساله |
| *Fumaria officinalis* | پهن برگ | C 3 | یکساله |
| *Lactuca serriola* | پهن برگ | C 3 | یکساله |
| *Setaria viridis* | باریک برگ | C 4 | یکساله |
| *Chrozophora tinctoria* | پهن برگ | C 3 | یکساله |
| *Polygonum aviculare* | باریک برگ | C 3 | یکساله |
| *Portulaca oleracea* | پهن برگ | C 4 | یکساله |

در مراحل مختلف روند مشابهی از شاخص تنوع شانون علف‌های هرز در هر یک از تیمارها مشاهده شد (جدول۳). به نظر می‌رسد با افزایش تنوع گونه‌های زراعی و افزایش رقابت بین گونه‌های زراعی و علف‌های هرز، تخصیص منابع و توزیع آنها بین گونه‌های زراعی با کارایی بیشتری صورت می‌گیرد، لذا از تنوع علف‌های هرز کاسته شد. پوگیو (۲۱) اظهار داشت که در کشت مخلوط جو و نخود، تنوع گونه ای علف‌های هرز کاهش یافت. وی دلیل این امر را به جذب بیشتر نور توسط پوشش گیاهان زراعی نسبت داد زیرا در این حالت نور کمتری به پایین کانوپی رسیده و بذر علف‌های هرزی که برای جوانه زنی نیاز به نور داشتند دچار خواب ثانویه شدند. عزیزی و همکاران (۳) گزارش کردند که الگوهای متنوع گیاهان زراعی دارای کمترین میزان شاخص تنوع شانون بودند و بیشترین شاخص تنوع شانون در تک کشتی کنجد و سویا مشاهده شد. مولر و لیبمن (۱۷) اظهار داشتند که تفاوت اندکی در غنای گونه ای جوامع علف هرز مخلوط جو-نخود و تک کشتی جو مشاهده شد. در حالیکه غنای گونه ای علف‌های هرز نخود در مقایسه با هر دو الگوی کشت بیشتر بود. سانز و آلتیری (۲۲) گزارش کردند که شاخص تنوع شانون در کشت مخلوط ماشک و جو به طور معنی داری کمتر از کشت خالص هر دو گونه بود.

**جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص تنوع شانون (H´) علف‌های هرز در ٦ مرحله نمونه گیری**

| منابع تغییر | درجه آزادی | $H'_1$ | $H'_2$ | $H'_3$ | $H'_4$ | $H'_5$ | $H'_6$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار | ۳ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۱۵ | ۰/۰۱ | ۰/۰۰۶ | ۰/۰۱۷ | ۰/۰۳ |
| تیمار | ۳ | ۰/۰۷۲* | ۰/۰۶۵** | ۰/۰۷۳* | ۰/۰۴۳$^{ns}$ | ۰/۰۳۷$^{ns}$ | ۰/۰۸۵* |
| خطا | ۹ | ۰/۰۱۳ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۱۷ | ۰/۰۱۳ | ۰/۰۱۱ | ۰/۰۱۷ |
| کل | ۱۵ | | | | | | |

* و **- به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

**جدول ۳- مقایسه میانگین شاخص تنوع شانون (H´) علف‌های هرز در ٦ مرحله نمونه گیری**

| صفت / تیمار | $H'_1$ | $H'_2$ | $H'_3$ | $H'_6$ |
|---|---|---|---|---|
| A | ۰/۴۶ bc | ۰/۴۷ b | ۰/۴۶ b | ۰/۴ b |
| B | ۰/۵۶ ab | ۰/۵ b | ۰/۵۷ ab | ۰/۵۷ ab |
| C | ۰/۳۶ c | ۰/۴۸ b | ۰/۳۷ b | ۰/۳۷ b |
| D | ۰/۶۸ a | ۰/۷۴ a | ۰/۶۸ a | ۰/۶۸ a |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک، از نظر آماری تفاوت معنی داری ندارند. A: کشت خالص لوبیا، B: کشت خالص ارزن، C: کشت مخلوط ارزن-لوبیا، D: علف هرز بدون گیاه.

شاخص تنوع شانون علف‌های هرز به همراه گیاهان زراعی در تمامی مراحل به طور معنی داری تحت تاثیر تیمارهای مختلف قرار گرفت (جدول۴). در تمامی مراحل بیشترین مقدار این شاخص مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار کشت خالص ارزن مشاهده شد که فقط در مراحل ۴و ۵ تفاوت معنی داری با کشت خالص لوبیا و تیمار کشت مخلوط نشان داد ( جدول۵). در تیمار کشت خالص ارزن، حضور ارزن به عنوان گیاه غالب موجب کاهش شاخص تنوع شانون نسبت به تیمار کشت مخلوط شده است. در مرحله ۱ و ۲ تفاوت معنی داری بین تیمار کشت خالص لوبیا و مخلوط با تیمار D مشاهده نشد در صورتیکه در سایر مراحل تفاوت معنی داری با تیمار شاهد نشان دادند.

همانطور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود در مرحله اول بیشترین تشابه بین تیمارهای کشت خالص ارزن و کشت مخلوط بود. در مرحله دوم بیشترین تشابه بین تیمار کشت خالص لوبیا و کشت مخلوط و تیمار کشت خالص ارزن و شاهد مشاهده شد. تیمارهای کشت خالص لوبیا و ارزن در مرحله سوم بالاترین تشابه را دارا بودند. در طی سه مرحله میزان تشابه تیمار کشت مخلوط با شاهد یک روند نزولی را نشان داد. میزان تشابه کلیه تیمارهای مرحله اول با تیمار کشت خالص لوبیا در مرحله ۲ یک روند کاهشی داشته است در صورتیکه میزان تشابه با تیمارهای کشت خالص ارزن، کشت مخلوط و شاهد یک روند افزایشی را نشان داد.

میزان تشابه تیمار کشت خالص لوبیا در مراحل مختلف یک روند نزولی را نشان داد در صورتیکه میزان تشابه در کشت خالص ارزن در مراحل مختلف یک روند صعودی داشت. روند مشخصی در تیمار کشت مخلوط در مراحل مذکور مشاهده نشد.

توزیع عمودی جذب تشعشع در کانوپی مخلوط و خالص تابعی از توزیع سطح برگ می‌باشد. شدت رقابت برای نور در مرحله اول بستگی به روابط ویژه گیاه زراعی و علف هرز دارد. ویژگی‌های ساختاری گیاه زراعی و علف هرز از جمله مهمترین عوامل موثر در کمیت نور دریافتی می‌باشند. سرعت توسعه سطح برگ در کانوپی، ارتفاع گیاه و ضریب استهلاک نور از مهمترین صفات ساختاری مرتبط با رقابت نوری محسوب می‌شوند (۱۱). هر گونه ای که ارتفاع بیشتر، سطح برگ بیشتر و ضریب استهلاک کمتری داشته باشد و یا در لایه‌های فوقانی کانوپی تراکم سطح برگ بیشتری داشته باشد قادر به جذب نور بیشتری بوده و قابلیت رقابت بالاتری خواهد داشت.

در بسیاری از مطالعات انجام شده (۷، ۱۰، ۲۰ و ۲۱) در زمینه کشت مخلوط و اثر آن بر کنترل علف‌های هرز دلیل اصلی عدم حضور برخی از گونه‌های علف هرز (ایجاد خواب ثانویه در بذور به علت عدم دریافت نور کافی) و سرکوب رشد علف‌های‌هرز در مخلوط نسبت به تک کشتی را پوشش مناسب تر کانوپی مخلوط و رقابت برای نور ذکر کرده‌اند.

**جدول ٤- تجزیه واریانس شاخص تنوع شانون (H′) علف‌های هرز به همراه گیاه زراعی در ٦ مرحله نمونه گیری**

| منابع تغییر | درجه آزادی | $H'_1$ | $H'_2$ | $H'_3$ | $H'_4$ | $H'_5$ | $H'_6$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار | ۳ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۰۵ | ۰/۰۰۵ | ۰/۰۰۷ |
| تیمار | ۳ | ۰/۰۶۸* | ۰/۰۹۵** | ۰/۱۱۷** | ۰/۰۹** | ۰/۱۱۵** | ۰/۱۴۸** |
| خطا | ۹ | ۰/۰۱۱ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۰۶ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۰۹ |
| کل | ۱۵ | | | | | | |

* و **- به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

**جدول ٥- مقایسه میانگین شاخص تنوع شانون (H′) علف‌های هرز به همراه گیاه زراعی در ٦ مرحله نمونه گیری**

| صفت / تیمار | $H'_1$ | $H'_2$ | $H'_3$ | $H'_4$ | $H'_5$ | $H'_6$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | ۰/۴۹ ab | ۰/۴۷ ab | ۰/۳۹ b | ۰/۳۷ bc | ۰/۳۸ bc | ۰/۳۵ b |
| B | ۰/۳۴ b | ۰/۲۹ b | ۰/۲۸ b | ۰/۲۷ c | ۰/۲۴ c | ۰/۲۶ b |
| C | ۰/۵۲ ab | ۰/۴۶ ab | ۰/۴ b | ۰/۴۲ b | ۰/۴ b | ۰/۴ b |
| D | ۰/۶۸ a | ۰/۷۴ a | ۰/۶۸ a | ۰/۶۲ a | ۰/۶۵ a | ۰/۶۸ a |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک، از نظر آماری تفاوت معنی داری ندارند. A: کشت خالص لوبیا، B: کشت خالص ارزن، C: کشت مخلوط ارزن-لوبیا، D: علف هرز بدون گیاه.

**جدول ٦- شاخص تشابه علف‌های هرز تیمارهای مختلف در سه مرحله نمونه‌گیری**

| $D_3$ | $C_3$ | $B_3$ | $A_3$ | $D_2$ | $C_2$ | $B_2$ | $A_2$ | $D_1$ | $C_1$ | $B_1$ | $A_1$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۴۶ | ۵۲ | ۵۰ | ۳۵ | ۳۸ | ۴۳ | ۳۴ | ۵۲ | ۴۷ | ۵۲ | ۵۰ | ۱ | $A_1$ |
| ۷۳ | ۴۸ | ۶۷ | ۴۹ | ۵۳ | ۴۷ | ۵۷ | ۵۵ | ۴۷ | ۵۶ | ۱ | | $B_1$ |
| ۶۵ | ۵۵ | ۶۳ | ۴۲ | ۵۹ | ۴۱ | ۵۳ | ۵۸ | ۵۴ | ۱ | | | $C_1$ |
| ۵۳ | ۴۱ | ۵۱ | ۴۴ | ۴۷ | ۵۷ | ۴۲ | ۵۶ | ۱ | | | | $D_1$ |
| ۶۰ | ۶۹ | ۵۷ | ۴۸ | ۳۹ | ۵۲ | ۳۰ | ۱ | | | | | $A_2$ |
| ۴۶ | ۳۹ | ۳۹ | ۴۲ | ۵۲ | ۴۴ | ۱ | | | | | | $B_2$ |
| ۵۰ | ۴۸ | ۴۶ | ۴۸ | ۴۹ | ۱ | | | | | | | $C_2$ |
| ۶۹ | ۳۸ | ۵۶ | ۴۳ | ۱ | | | | | | | | $D_2$ |
| ۴۶ | ۴۴ | ۷۰ | ۱ | | | | | | | | | $A_3$ |
| ۴۷ | ۵۶ | ۱ | | | | | | | | | | $B_3$ |
| ۴۱ | ۱ | | | | | | | | | | | $C_3$ |
| ۱ | | | | | | | | | | | | $D_3$ |

A: کشت خالص لوبیا، B: کشت خالص ارزن، C: کشت مخلوط ارزن–لوبیا، D: علف هرز بدون گیاه. اندیس ها مربوط به مرحله اول (۱)، مرحله دوم (۲) و مرحله سوم (۳) می‌باشند.

**تعیین اعتبار مدل:** به منظور تعیین اعتبار مدل از تشعشع جذب شده توسط کانوپی مخلوط استفاده گردید، به این منظور با استفاده از مدل، تشعشع جذب شده توسط کانوپی مخلوط شبیه سازی شد، سپس مقادیر واقعی اندازه گیری شده تشعشع با مقادیر پیش گویی شده توسط مدل مقایسه شد نتایج نشان داد که در کلیه موارد، مدل برآورد مناسبی از داده‌های واقعی ارایه کرده است ( شکل ۱). در این مدل ضریب خاموشی نور برای هر گونه یکسان و ثابت فرض شده است.

شکل ۲ و ۳ به ترتیب تراکم سطح برگ (LAD) و میزان نور دریافتی شبیه سازی شده توسط هریک از اجزاء مخلوط در تیمارکشت مخلوط در مرحله اول نمونه‌گیری را نشان می‌دهد. در مراحل ابتدایی رشد که ارتفاع هر دو گونه تقریبا مشابه بوده، میزان دریافت نور، اندکی در لوبیا (۴۴ درصد) به علت تراکم سطح برگ بیشتر، بالاتر از ارزن (۳۸درصد) بود و مقدار بسیار ناچیزی (۱ درصد) به علف‌های هرز در کف کانوپی رسیده است (شکل۳).

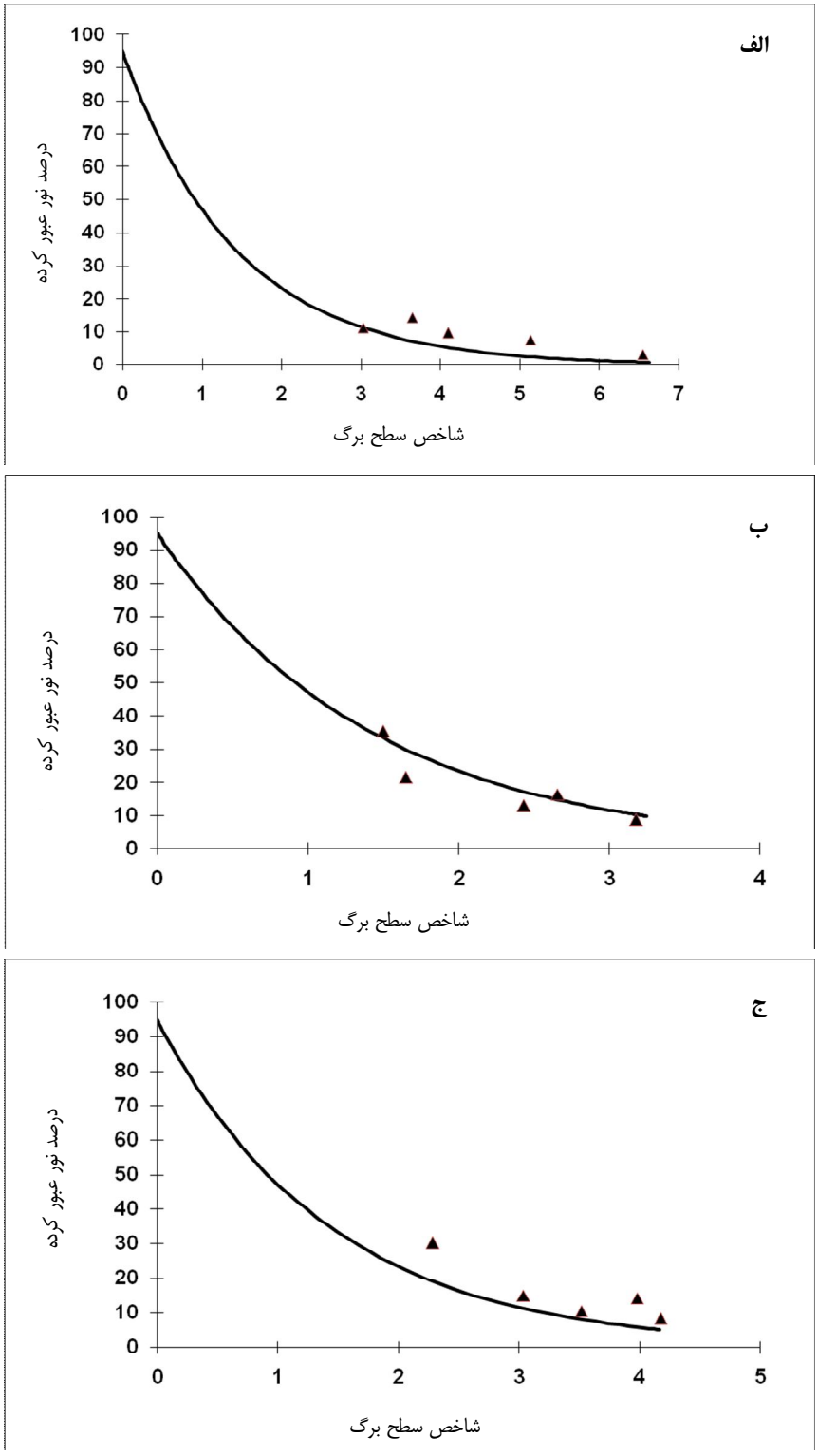
در تک‌کشتی لوبیا (A) میزان جذب تشعشع به علت عدم حضور رقیبی قوی مانند ارزن افزایش یافت (شکل۴). در تک کشتی ارزن (B) نیز میزان جذب نور افزایش یافت اما به علت سطح برگ کمتر نسبت به لوبیا این افزایش کمتر بود (شکل۵). در این مرحله از نظر میزان نور دریافتی توسط علف‌های‌هرز در کشت مخلوط و خالص تفاوتی مشاهده نشد.

همانطور که شکل ۶ مشاهده می‌شود در اواسط فصل رشد تراکم سطح برگ لوبیا بیشتر از ارزن است اما قابل ذکر است که تجمع سطح برگ در ارزن در ارتفاع بالاتری از کانوپی تشکیل شده و در نتیجه موجب برتری ارزن در جذب نور شده است (شکل۷). این امرنشان می‌دهد که در جذب نور توزیع مناسب سطح برگ در کانوپی به نحوی که بیشترین جذب نور را داشته باشد موثرتر از سطح برگ بیشتر می‌باشد. در این مرحله عمدتا به دلیل بالاتر بودن ارتفاع ارزن و توزیع مناسبتر سطح برگ در کانوپی، بیشترین تداخل در جذب نور توسط علف‌های‌هرز ایجاد شده است. برکوئیز (۱۲) بین ارتفاع گیاه و قدرت رقابتی اغلب گونه‌های زراعی همبستگی بالایی را گزارش کرد. نصیری و الگرسما (۱۸) در کانوپی مخلوط شبدر سفید و چچم مشاهده کردند که توزیع جذب تشعشع در لایه‌های مختلف کانوپی با تغییرات تراکم سطح برگ (LAD) منطبق است. بارنز و همکاران (۸) اظهار داشتند که حاصل رقابت بین گونه‌ها بیشتر تحت تاثیر توزیع سطح برگ قرار می‌گیرد که خود تعیین کننده الگوی جذب تشعشع در کانوپی می‌باشد.

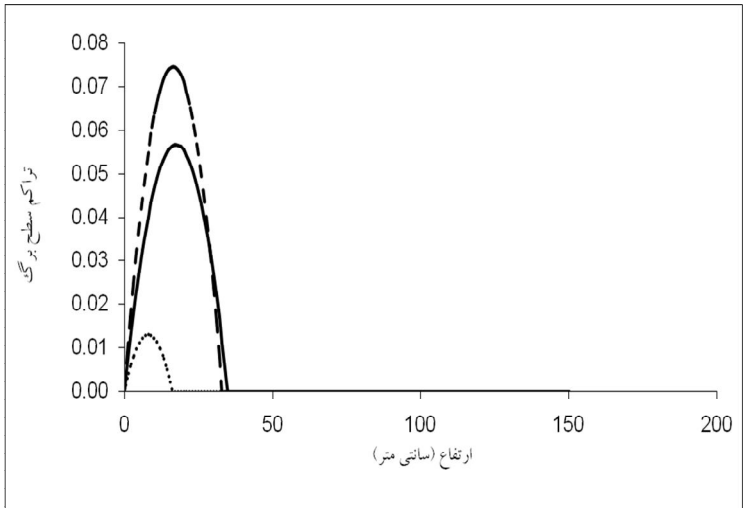
در کانوپی مخلوط به علت تفاوت‌های مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی دو گونه، جذب نور به طور مؤثرتری صورت می‌گیرد، در نتیجه همانطور که در شکل ۷ مشاهده می‌شود علف‌های‌هرز سهم بسیار ناچیزی (نزدیک به صفر) از نور را دریافت کردند. زیست توده و تراکم کمتر علف‌های‌هرز در کشت مخلوط به دلیل ترکیب مکمل گیاهان زراعی در مخلوط می‌باشد که باعث افزایش توان رقابتی آن‌ها با علف‌های هرز می‌شود (۱۹).

در تک کشتی لوبیا (شکل۸) و تک کشتی ارزن (شکل۹) درصد جذب تشعشع نسبت به کشت مخلوط افزایش یافته است. میزان نور

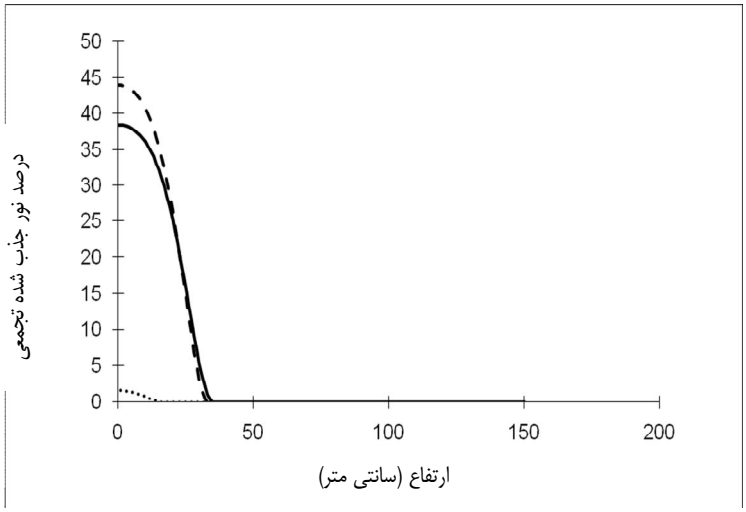
دریافتی توسط علف‌های هرز در تک کشتی لوبیا نسبت به مخلوط افزایش یافت اما تک کشتی ارزن اثری مشابه با کشت مخلوط بر میزان جذب نور توسط علف‌های‌هرز داشت (شکل۹). به نظر می‌رسد تراکم بالاتر و سرعت رشد نسبی بیشتر ارزن چنین حالتی را ایجاد کرده است.



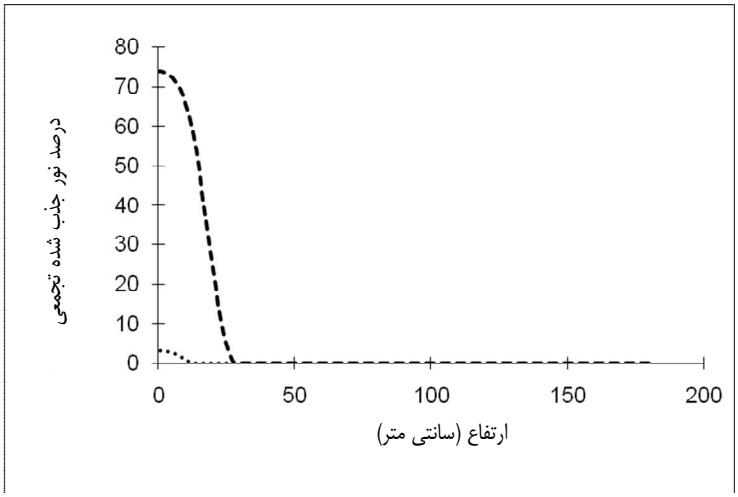

**شکل ۱- میزان نور عبورکرده در کانوپی کشت مخلوط (الف)، کشت خالص ارزن (ب) و کشت خالص لوبیا (ج)**



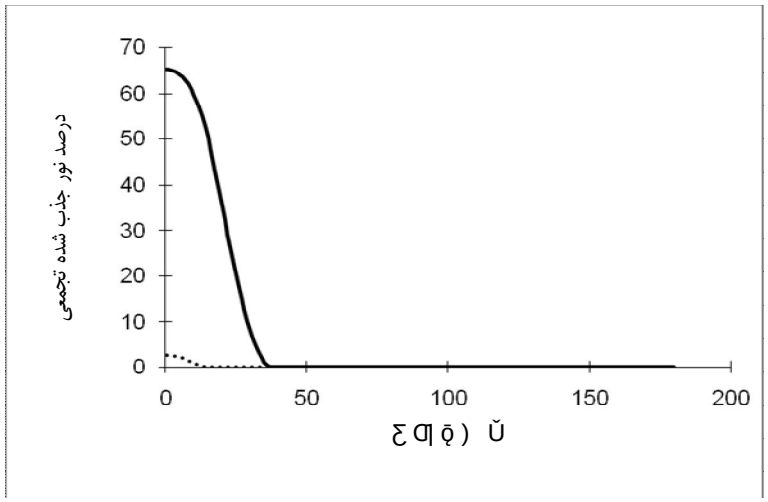

**شکل۲- تراکم سطح برگ (LAD) در مرحله اول: ارزن (—)، لوبیا (- --) و علف هرز (....)**



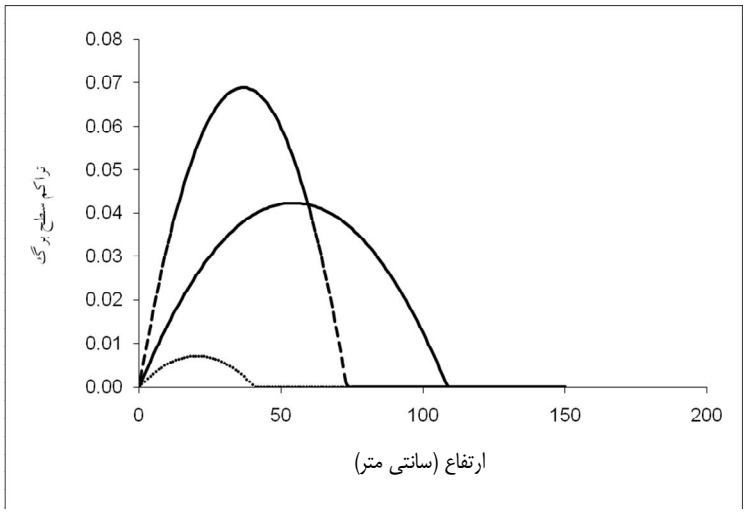

**شکل۳- شبیه سازی درصد تشعشع جذب شده در مرحله اول در تیمار C: ارزن (—)، لوبیا (- - -) و علف هرز (....)**



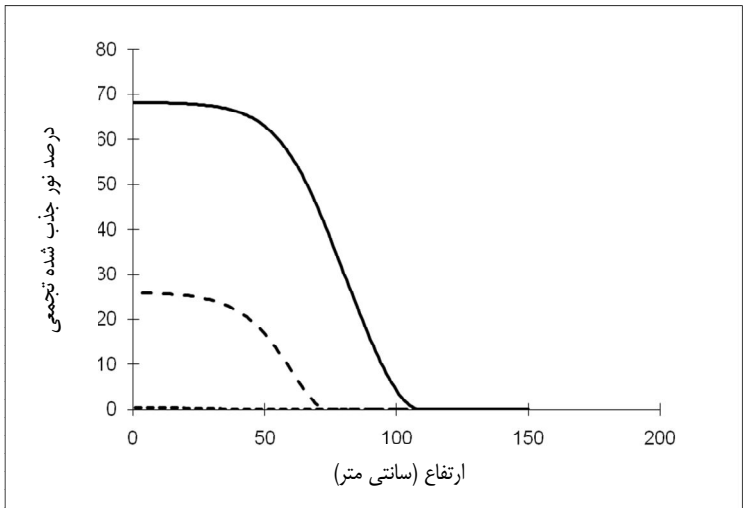

**شکل٤- شبیه سازی درصد تشعشع جذب شده در مرحله اول در تیمار A : لوبیا (---) و علف هرز (....)**



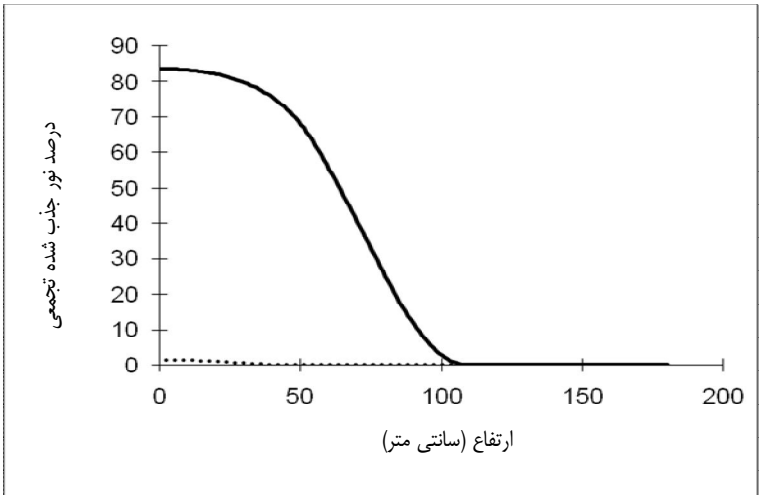

**شکل۵- شبیه سازی درصد تشعشع جذب شده در مرحله اول در تیمار B : ارزن (—) و علف هرز (....)**



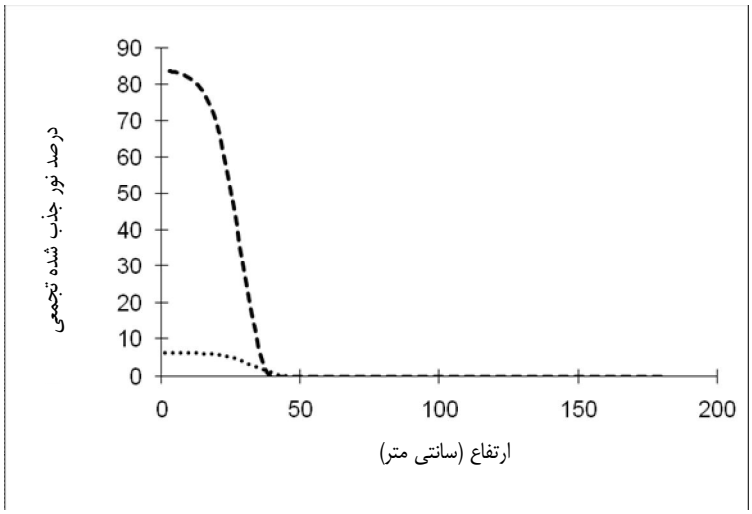

**شکل٦- تراکم سطح برگ (LAD) در مرحله چهارم: ارزن (—)، لوبیا (- --) و علف هرز (....)**




**شکل ۷- شبیه سازی درصد تشعشع جذب شده در مرحله چهارم در تیمار C: ارزن (—)، لوبیا (- - -) و علف هرز (....)**




**شکل۸- شبیه سازی درصد تشعشع جذب شده در مرحله چهارم در تیمار A : لوبیا (---) و علف هرز (....)**




**شکل۹- شبیه سازی درصد تشعشع جذب شده در مرحله چهارم در تیمار B : ارزن (—) و علف هرز (....)**

پوگیو (۲۱) اظهار داشت در کشت مخلوط نخود و جو میزان نور دریافتی توسط علف‌های‌هرز نسبت به کشت خالص نخود کاهش یافت اما کشت خالص جو اثری مشابه با کشت مخلوط داشت و دلیل این امر را توانایی بالای جو در جذب نیتروژن بیشتر و در نتیجه توسعه سریعتر و بیشتر سطح برگ نسبت به نخود ذکر کردند.

## نتیجه گیری

تنوع علف‌های هرز در کشت مخلوط ارزن و لوبیا در تمامی مراحل نمونه‌گیری کمترین مقدار را نسبت به سایر تیمارها داشت. به نظر می‌رسد با افزایش تنوع گونه‌های زراعی و افزایش رقابت بین گونه‌های زراعی و علف‌های هرز، تخصیص منابع و توزیع آنها بین گونه‌های زراعی با کارایی بیشتری صورت می‌گیرد، لذا از تنوع علف‌های هرز کاسته می‌شود. جذب بیشتر نور توسط کانوپی متراکم در کشت مخلوط و درنتیجه کاهش میزان نور رسیده به پایین کانوپی موجب کاهش رشد و جوانه‌زنی بذور علف‌های‌هرز می‌شود. به طور کلی، با افزایش تنوع گیاهان زراعی می‌توان فراوانی علف‌های‌هرز و سهم آنها را در جذب عناصر غذایی موجود در خاک و همچنین استفاده از علف‌کش‌های شیمیایی را به عنوان آلاینده‌های محیطی کاهش داد. با افزایش تنوع، آشیان‌ها و فضاهای خالی موجود در زمین اشغال می‌شوند و علف‌های هرز کمتر فرصت حضور در عرصه را پیدا می‌کنند. بر این اساس می‌توان نتیجه گیری کرد که تداوم نظام‌های رایج متکی بر مصرف نهاده‌ها با کاهش تنوع گونه‌ای و کارکردی گیاهان زراعی و علف‌های‌هرز، نه تنها محاسن این تنوع را برای بهبود کارکرد اکوسیستم از بین می‌برند، بلکه عملیات کنترل و مدیریت گونه‌های غالب را نیز دشوار می‌سازند.

## منابع


۱- کوچکی، ع.، م. نصیری محلاتی و ا. زارع فیض آبادی. ۱۳۸۳. تنوع زیستی کشاورزی در ایران. تنوع واریته‌های گیاهان زراعی. بیابان. ج.۹، ش.۱، ص.۶۷-۴۹.

۲- نصیری محلاتی، م.، ع. کوچکی. پ. رضوانی مقدم و ع. بهشتی. ۱۳۸۰. اگرواکولوژی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۳- عزیزی، ک.، ع.کوچکی.، م. نصیری محلاتی و پ. رضوانی مقدم. ۱۳۸۸. اثر تنوع گیاهی و نوع منبع تغذیه ای بر ترکیب و تراکم علفهای هرز در الگوهای مختلف کشت. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ج. ۷، ش. ۱، ص. ۱۱۵-۱۲۵.

4- Agegnehu, G., A. Ghizaw., and W. Sinebo. 2006. Yield performance and land use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. Euro. J. Agron. 25:202-207.

5-Alford, C. M., J. M. Kral and D. S. Miller. 2003. Intercropping irrigated corn with annual legumes for forage in the high plains. Agron. J. 95: 520-525.

6-Altieri, M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. Agric. Ecosyst. Environ. 74, 19–31.

7-Banik, P., A. Midya, B. K. Sarkar, and S. S. Ghose. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. Europ. J. Agron. 24: 325-332.

8- Barnes, P. W., Beyshlag, W., Rayel, R., Flint, S. D., and M. M. Caldwell. 1990. Plant competition for light analysed with a multispecies canopy model.III. Influence of canopy structure in mixtures and monocultures of wheat and wild oat. Oecologia. 82: 560-566.

9- Baumann, D. T., L. Bastiaans, J. Goudriaan, H. H. Van Laar, and M. J. Krop.2002. Analyzing crop yield and plant quality in an intercropping system using an eco-physiological model for interplant competition. Agr. Syst. 73: 173–203.

10- Baumann, D. T., L. Bastiaans, and M. J. Kropff. 2001. Effects of intercropping on growth and reproductive capacity of late- emerging *Senecio vulgaris* L., with spatial reference to competition for light. Annal. of Botany. 87:209-217.

11- Begna, S. H., R. I. Hamilton, L. M. Dwyer, D. W. Stewart, D. Cloutier, L. Assematc, K. Foroutan-pour and D. L. Smith. 2001. Morphology and yield response to weed pressure by corn hybrids diffrering in canopy architecture. Europ. J. Agron. 14: 293-302.

12- Berkowitz, A. R. 1988. Competition for resource in weed crop mixtures. In "Weed management in agroecosystems: Ecological approaches" Altieri, M. A., M. Libman (eds.) CRC Press Boca Raton.

13-Delafuente, E. B., S. A. Suarez and C. M. Ghersa. 2006. Soybean weed community composition and richness between 1995 and 2003 in the Rolling Pampas (Argentina). Agric. Ecosyst. Environ. 115: 229-236.

14- Kropff, M. J., Van Laar, H. H. 1993. Modelling Crop-Weed Interactions. CAB International, Wallingford, UK.

15- Magurran, A. E. 1988. Ecological Diversity and its Measurements. Princeton University Press, Princeton.

16- Mclaughlin A., and P. Minrau. 1995. The impact of agricultural practices on biodiversity. Agric. Ecosyst. Environ.55:201-212.

17- Mohler, C. L., Liebman, M. 1987. Weed productivity and composition in sole crops and intercrops of barley and field pea. J. Appl. Ecol. 24, 685–699.

18- Nassiri, M. and E. A. Elgersma. 1998. Competition in perennial ryegrass-white clover mixtures. II. Leaf charachteristics, Light interception and dry matter production during regrowth. Grass Forage. Sci. 53: 367-379.

19- Nielson, H. Hauggaard, B. Jornsgaard, and J. E. Steen. 2003. Legume-Cereal intercropping system as a weed management tool. In: Proceeding of the 4th Eur. Weed Res. Soc. Workshop: Crop weed competition interaction. Universita Tusca, Viterbro, Italy, 10-12th April.

20- Oswald, A., J. K. Ransom, J. Kroscel, and J. Sauerborn. 2002. Intercropping control striga in maize based farming system. Crop Prot. 21: 367-374.

21-Poggio, S. L. 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. Agric. Ecosyst. Environ. 109, 48-58.

22-Sans, F. X., and M. A. Altieri. 2005. Effects of intercropping and fertilization on weed abundance, diversity and resistance to invation. Proceedings 13th world congress on organic farming. Adelaide (Astralia).

23- Spitters, C. J. T. and R. Aerts. 1983. Simulation of competition for light and water in crop-weed association. Aspects of Appl Biology. 4:467-484.

24- Traore, S., J. L. Lindquist, S. C. Mason. A. R. Martin and D. A. Mortensen. 2002. Competitive ecophysiology of grain sorghum and Abutilon theophrasti in monoculture and in mixture. Weed Res. 42: 65-75.

25-Vandermeer, J., M. Van Noordwijk, J. Anderson, C. Ong, I. Perfecto. 1998. Global change and multi-species agroecosystems: concepts and issues. Agric. Ecosyst. Environ. 67, 1–22.