نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵، ص. ۷۴-۶۳

Journal of Plant Protection
Vol. 30, No. 1, Spring 2016, P. 63-74

بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری بر شدت رقابت چند گونه‌ای و برخی شاخص‌های رشدی گونه‌های مزرعه ذرت (*Zea mays* L.)

قدریه محمودی[1*]- علی قنبری[2]- رضا قربانی[3]- زهره قویدل[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۷/۲۰

چکیده

بدلیل اهمیت توان جذب آب گونه‌های گیاهی، میزان آب آبیاری، کیفیت آب و خاک و نقش آنها در تعیین رقابت درون و بین گونه‌ای گیاهان، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح پیمایشی با چهار سطح آب آبیاری (۶۱۰، ۷۳۰، ۸۸۰ و ۱۲۳۰ میلی‌متر) و دو سطح کنترل علف‌های هرز (کنترل کامل علف‌های هرز و عدم کنترل علف‌های هرز) اجرا شد. در پنج مرحله از رشد ذرت، اوایل، اواسط، اواخر دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز، همزمان و دو هفته بعداز برداشت از ذرت و گونه‌های ناخواسته همجوار آن نمونه-برداری شد. در هر نمونه، گونه‌ها جداسازی، شمارش و سطح برگ، وزن خشک برگ و ساقه‌ها جهت برآورد رقابت درون و بین گونه‌ای، کل ماده خشک تولید شده (TDM) و سرعت رشد (CGR) اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که ضرایب رقابت درون گونه‌ای و بین گونه‌ای ذرت و علف‌های هرز دارای همبستگی بالایی با میزان آب آبیاری بودند. در تیمار عدم کنترل علف‌های‌هرز، در بیشترین میزان آب آبیاری، همواره تمام گونه‌های پهن برگ دارای بیشترین مقدار تولید ماده خشک بودند و زمانیکه انواع گونه‌های علف‌هرز پهن برگ و باریک برگ با هم در رقابت بودند، میزان سرعت رشد پهن برگ‌ها بسیار بیشتر از باریک‌برگ ها بود. با افزایش میزان آبیاری، میزان ماده خشک تولیدی ذرت متناسب با میزان آب افزایش یافت. در تیمار عدم کنترل علف‌های هرز، ماده خشک تولیدی ذرت نسبت به تیمار شاهد (کنترل کامل علف‌های هرز) ۲۹٪ کاهش نشان داد و در بیشترین میزان آب آبیاری، همواره تمام گونه‌ها دارای بیشترین مقدار تولید ماده خشک بودند. سرعت رشد ذرت نیز در تیمار کمینه آبیاری نسبت به سایر تیمارها، بیشترین مقدار ($g.m^{-2}.day^{-1}$ ۵۳/۴۷) بود و در میزان متوسط آب آبیاری سرعت رشد ذرت ($g.m^{-2}.day^{-1}$ ۱۹/۸۰) کم‌ترین مقدار بود.

واژه های کلیدی: رقابت درون گونه‌ای، رقابت بین گونه‌ای، علف‌های هرز، کل ماده خشک

مقدمه

بهره‌وری بهینه از آب در سال‌های اخیر در مجامع علمی مرتبط با آب و آبیاری مورد توجه جدی قرار گرفته است. ساختار بنیادی مفهوم بهره‌وری آب کشاورزی، استفاده درست و بجا از آب و افزایش تولید محصولات کشاورزی است (۱۸). متوسط بارندگی سالیانه جهان ۸۶۰ میلی متر، و ایران حدود ۲۴۰ میلی متر در سال است. بارش کم، توزیع زمانی و مکانی بسیار غیر یکنواخت از مشکلات بزرگ در تامین بهینه آب در مناطق خشک و نیمه خشک است. در پرباران‌ترین نقاط ایران نیز در فصل تابستان کمبود آب آبیاری محسوس است. از این رو عمده آب مصرفی در تولید محصولات کشاورزی از طریق برداشت از ذخایر زیرزمینی و آبهای سطحی حاصل از نزولات جوی تامین می-شود. مصرف بهینه آب، می‌تواند به کاهش این مشکل در ایران کمک کند (۲۰). کاهش آب آبیاری راهی برای بالا بردن کارایی مصرف آب در عملکرد (۶) و به تعادل رساندن و بهینه سازی میزان آب مصرفی یکی از مهمترین اهداف کشاورزان و محققین است (۱۶ و ۲۱).

ذرت گیاهی گرمادوست و با نیاز آبی کم و بیش بالا می‌باشد (۳۰). کمبود و تنش آب اثر مهمیروی مصرف آب و عملکرد ذرت دارد و محققین بسیاری رابطه خطی مثبت بین عملکرد و مصرف آب را گزارش کرده‌اند (۱۰، ۱۵، ۲۲، ۲۷، ۲۸ و ۳۳). بیشترین عملکرد ذرت در شرایط آبیاری کامل و کمترین در شرایطی که تنش وجود داشته است، گزارش شده است (۲۳). تنش و عدم تعادل آب مصرفی جهت آبیاری و فشار علف‌های هرز در کرت‌های وجین شده، ۱۰ درصد وزن علوفه و ۲۸ درصد عملکرد دانه و در کرت‌های وجین نشده، ۱۸ درصد وزن علوفه و ۳۸ درصد عملکرد دانه ذرت را کاهش داده است (۵). افزایش فاصله آبیاری و کمبود آب خاک به طور معنی‌داری باعث

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دکترای تخصصی، دانشیار، استاد و فارغ التحصیل کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علفهای هرز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(* - نویسنده مسئول: Email gh.mahmoudi@stu.um.ac.ir)

کاهش صفاتی مانند عملکرد، طول بلال، تعداد دانه در ردیف ذرت می‌شود و این تغییرات نشان دهنده‌ی اثرات متفاوت تنش خشکی روی عملکرد، اجزای عملکرد (۱۳)، کاهش وزن خشک برگ و ساقه، دانه ذرت و وزن تر کل ذرت می‌شود (۲۳).

علف‌های هرز بخش جدایی ناپذیر اکوسیستم‌های کشاورزی هستند و گیاه زراعی ناچار به تحمل حضور آنهاست. تاثیر تنش خشکی روی گونه‌های علف‌هرز مشابه گونه‌های زراعی است، ولی دامنه این تاثیرات بسته به گونه علف‌هرز، محصول زراعی و فراهمی سایر منابع متفاوت می‌باشد. رقابت بر سر منابع، تاثیر منفی روی گونه‌های رقیب (مجاور) می‌گذارد. فراهمی منابع، تعیین کننده رفتار فردی گیاهان همجوار می‌باشد (۸ و ۱۲). رقابت بر سر آب بین محصولات زراعی و گونه‌های علف‌هرز، بسته به نوع خاک و همچنین تنوع الگوی بازدارندگی گونه‌ها روی یکدیگر بسیار پیچیده است (۱۱). بطور مثال خشکی اثر منفی بیشتری روی علف‌های هرز سه کربنه، نسبت به چهار کربنه‌ها دارد که احتمالا ناشی از کاهش هدایت روزنه-ای در چهارکربنه‌ها و افزایش تنفس نوری در سه‌کربنه‌ها باشد (۳۵). تاج خروس به دلیل داشتن مسیر فتوسنتزی چهار کربنه دارای قدرت رقابت زیاد تحت شرایط درجه حرارت بالا، رطوبت پایین و نور زیاد می‌باشد (۱۷). با شناخت و درک این روابط و بکارگیری آن در مدیریت علف‌های هرز مزراع امکان افزایش بیشتر عملکرد فراهم می شود. ارزیابی نحوه رقابت گونه‌های مختلف بر سر آب بخصوص در مناطق گرم و خشک ایران، جهت بهره‌وری بهتر از آب آبیاری، امری لازم بنظر می‌رسد و این امر منجر به اجرای این آزمایش در شرایط آب و هوائی مشهد شد.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۸، در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری مشهد در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متری از سطح دریا به صورت پیمایشی[1] (نمونه‌برداری از شرایط مزرعه، انتخاب تراکمی از گیاه زراعی و علف‌هرز که عملا در مزرعه و در کنار هم حضور دارند. و تغییر تراکم علف‌های هرز در طول فصل رشد به صورت طبیعی بوده و اثرات گونه ها بر همدیگر و اثرات همجواری در این روش مورد مطالعه رقابت علف‌های‌هرز صورت می‌گیرد) (۳۱) با چهار تیمار اجرا شد. تیمارها شامل چهار سطح آبیاری، ۶۱۰، ۷۳۰، ۸۸۰ و ۱۲۳۰ میلی‌متر بود که این سطوح با استفاده از نرم افزار (OPTIWAT) بر اساس روش پنمن و از ۵۰، ۶۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی ذرت محاسبه شد (۴) و مدیریت علف‌های هرز در دو سطح، کنترل کامل و عدم کنترل علف‌های هرز بود. هر کرت شامل ۵ ردیف کشت به ابعاد ۳/۵ ×۶ متر مربع و فاصلهٔ بین ردیف‌های ذرت بر اساس تراکم بهینه ذرت (۷/۱ بوته در متر مربع)، ۷۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف نیز ۱۰ سانتی‌متر بود. برای کاشت ذرت از رقم سینگل گراس ۷۰۴ استفاده شد که در ۳۱ اردیبهشت بصورت کپه‌ای کشت شد. در این آزمایش از سیستم آبیاری قطره‌ای از نوع رول‌تیوپ[2] استفاده شد، پس از کاشت و در مرحلهٔ ۴- ۲ برگی ذرت، کپه‌ها تنک شدند. ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار به صورت سرک و در دو نوبت به مزرعه داده شد. برای مبارزه با کرم ساقه‌خوار ذرت نیز از سم دیازینون ۰/۰۰۱ در تیر ماه استفاده شد. برای ارزیابی رقابت گونه‌ها در تیمار کنترل کامل (حذف کل گونه‌های علف‌هرز و عدم رقابت بین گونه-ای)، در تیمار عدم کنترل که تمام گونه‌ها از اول دوره رشد تا آخر دوره رشد حضور داشتند (گونه‌های باریک برگ و پهن‌برگ) و در تیمار کنترل کامل به کمک وجین دستی تمام گونه های علف‌هرز (ناخواسته) حذف شدند. جهت نمونه‌برداری از علف‌های هرز مزرعه، از کوآدراتی با ابعاد ۲۱۰× ۲۰ سانتی‌متر مربع استفاده شد که در هر کوادرات سه بوته ذرت در تیمار کنترل کامل و در تیمار عدم کنترل، به همراه علف‌های هرز مجاور آن از روی سه ردیف همجوار برداشت شد.

در پنج مرحله از اوائل دوره تا انتهای دوره رشد نمونه‌گیری انجام شد. در اوایل (۱۶ تیر ماه)، اواسط (۲۷ تیر ماه)، اواخر دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز (۱۷ مرداد ماه)، زمان رسیدگی بلال و دو هفته بعد از آن از ذرت و علف‌های هرز نمونه‌برداری شد. دورهٔ بحرانی در شرایط آب و هوایی مشهد برای ذرت بین ۲۰ تا ۵۶ روز پس از کاشت (۱۴- ۴ برگی) گزارش شده است (۱). هر کرت دارای ۱۰ ردیف ذرت بود که، ردیف‌های اول و آخر به عنوان حاشیه، و نمونه‌ها از ۷ ردیف میانی برداشت شد. در نمونه‌برداری اول، دوم، سوم و چهارم، ۸ کوادرات و در نمونه‌برداری آخر فصل، ۲۰ کوادرات (که هر یک دربردارنده سه بوته ذرت و علف‌های هرز مجاورش بود) از هر کرت برداشت شد که پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، گونه‌ها جداسازی و شمارش شدند و سطح برگ و وزن خشک آنها اندازه‌گیری شد. سطح برگ با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ[3] تعیین شد. برگ و ساقه به صورت جداگانه و با قرار دادن نمونه ها دردمای ۸۰ درجه سانتی گراد و وزن خشک آنها پس از ۴۸ ساعت توسط ترازوی دیجیتالی با دقت (۰/۰۱ گرم) تعیین شد. برای محاسبه تولید ماده خشک (TDM[4] گرم در متر مربع) از انتگرال سرعت رشد محصول (CGR[5]، گرم در متر مربع در روز) در طول فصل رشد استفاده شد

1- Interval Mapping

2- Roll tube
3- COR Leaf Area Meter- Li 1300
4-Total Dry Matter
5-Crop Growth Rate

(معادله (۱)).

$$TDM = \int CGR \qquad (۱)$$

برآورد مقادیر روزانه TDM نیز از طریق برازش معادله (۲) و بر اساس اندازه‌گیری‌هایی که در طول فصل رشد صورت گرفت، بدست آمد.

$$TDM= a/1+b * (\exp (-c * t)) \qquad (۲)$$

که در معادله فوق a مقدار ماده خشک تولیدی در نقطه مجانب منحنی، b سرعت رسیدن به مجانب، c سرعت رشد نسبی و t زمان است. مقادیر روزانه CGR نیز با استفاده از معادله ۳ استفاده شد.

$$CGR= (a* b * c * (\exp (-c * t)))/ (1+ b * (\exp (-c * t)))^{\wedge} 2 \qquad (۳)$$

جهت بررسی میزان تاثیرگذاری هریک از گونه‌های علف‌های هرز روی ذرت یا روی سایر گونه‌ها، تابع عکس وزن تک بوته (۳۲) بکار گرفته شد.

$$Ycm = \frac{Nc}{bo + bcNc} \qquad (۴)$$

در این معادله Y_{cm} عملکرد گیاه زراعی در حالت تک کشتی (گرم در متر مربع)، N_c: تراکم گیاه زراعی b_o عرض از مبدا (عکس حداکثر وزن تک بوته در شرایط عدم رقابت)، b_c: شیب خط (میزان تاثیر گذاری هر بوته بر عملکرد)

بنابراین عکس وزن یک گیاه دارای رابطه خطی با تراکم است. اما تراکم با وزن تک بوته رابطه معکوس دارد (۳۲).

$$\frac{1}{Wc} = \frac{Nc}{Ycm} = bo + bcNc \qquad (۵)$$

که در این معادله w_c وزن هر تک بوته می‌باشد، بنابراین با افزایش تراکم، وزن تک بوته کاهش یافته ولی عملکرد کل افزایش می‌یابد. عکس وزن تک بوته و تراکم نسبی به ترتیب بعنوان متغیر وابسته و مستقل، در شرایط همجواری در نظر گرفته شد. داده‌های آزمایش توسط نرم افزار Sigma Stat، Sigma Plot تجزیه و تحلیل شد. برای رسم اشکال از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

با توجه به اینکه در تمام مزرعه و در تمام کوادرات‌های نمونه‌برداری تمام گونه‌ها حضور نداشتند، لذا گونه‌هایی که در تمام کوادرات‌ها مشترک بود مدنظر قرار گرفت، همچنین بدلیل اینکه در طول فصل رشد از نقاط مختلف هر کرت بطور تصادفی نمونه‌گیری صورت گرفته بود، لذا تنوع گونه‌ای در هر دوره از فصل رشد در هر کرت مزرعه متفاوت بود. نتایج نشان داد که با افزایش میزان آب آبیاری در شرایط عدم کنترل علف‌های‌هرز، ضریب رقابت درون گونه‌ای ذرت کاهش یافت، و در بالاترین میزان آب آبیاری (۱۲۳۰میلی‌متر) ضریب رقابت درون گونه‌ای ذرت منفی شد که نشان دهنده اثر مثبت افزایش تراکم نسبی ذرت در این شرایط (افزایش سطح آب آبیاری و عدم کنترل علف‌های هرز) بر وزن تک بوته است. بنابراین در شرایط فراهمی آب و در حضور سایر گونه‌ها، افزایش تراکم ذرت فاکتوری مثبت از نظر رقابتی بشمار می‌رود (جداول ۱ تا ۴).

در شرایطی که فراهمی آب محدود میشود، گیاهان به منظور افزایش بهره‌برداری از آب، سهم تخصیص به ریشه‌ها را افزایش داده و در نتیجه از رشد بخش هوایی کاسته، و در صورت فراهمی آب و عدم محدودیت آن سهم تخصیص به بخش هوایی افزایش یافته که خود موجب کاهش ضریب رقابت درون گونه ای می‌شود. در شرایطی که رشد یک گونه در غیاب دیگر گونه‌ها بررسی شده است، در شرایط عدم محدودیت یا محدودیت آب رقابت درون گونه‌ای اثر بازدارنده بر رشد داشته است (۹ و ۱۴).

جدول ۱- ضرایب رقابتی درون و بین گونه‌ای معادله عکس وزن تک بوته در تیمار عدم کنترل علف‌های هرز با مقدار آب آبیاری ۶۱۰ میلی‌متر

Table 1- Coefficients of intra and inter species competition of 1/w for per plant at weed free with 610 mm water treatments

1/w متغیر وابسته Dependent variable	تراکم نسبی متغیر مستقل Independent variable relative density				A	r^2	F
	Z ذرت corn	P خرفه purslane	S تاج‌ریزی nightshade	A تاج‌خروس وحشی common amaranth			
Z ذرت Corn	0.00476	0.00754	0.0116	0.0084	–0.00143	0.89	12.459**
P خرفه Purslane	–2.754	0.0282	–1.156	–4.336	2.625	0.75	4.426**
S تاج‌ریزی nightshade	–7.022	–5.99	–5.476	–5.129	6.458	0.75	6.689**
A تاج‌خروس وحشی common amaranth	–0.838	–0.263	–0.383	0.0579	0.468	0.85	7.223**

1/ W Z = 0.00143–+ (0.00754* P) + (0.0116* S) + (0.00843* A) + (0.00476* Z)

جدول ۲- ضرایب رقابتی درون و بین گونه ای معادله عکس وزن تک بوته در تیمار عدم کنترل علف‌های هرز با مقدار آب آبیاری ۷۳۰ میلی‌متر

Table 2- Coefficients of intra and inter species competition of 1/w for per plant at weed free with 730 mm water treatments

متغیر وابسته 1/w Dependent variable	تراکم نسبی متغیر مستقل Independent variable relative density				A	r^2	F
	ذرت Z corn	خرفه P Purslane	سلمه‌تره C_1 common lamb's quarters	پیچک C_2 Bindweed			
ذرت Z Corn	0.00108	–0.00837	0.00311	0.000227	0.000835	0.71	4.35*
خرفه P Purslane	–1.866	–0.283	–1.815	–1.795	1.847	0.70	5.934**
سلمه‌تره C_1 common lamb's quarters	0.0224	–0.943	–0.408	0.0324	–0.021	0.90	19.419**
پیچک C_2 Bindweed	3.538	–3.959	–6.921	3.538	–0.594	0.55	3.706*

$1/W\ Z = 0.000835+0.00108(* Z) + (0.00837-* P) + (0.00311 * C_1) + (0.000227* C_2)$

جدول ۳- ضرایب رقابتی درون و بین گونه ای معادله عکس وزن تک بوته در تیمار عدم کنترل علف‌های هرز با مقدار آب آبیاری ۸۸۰ میلی‌متر

Table 3- Coefficients of intra and inter species competition of 1/w for per plant at weed free with 880 mm water treatments

متغیر وابسته 1/w Dependent variable	تراکم نسبی متغیر مستقل Independent variable relative density		A	r^2	F
	ذرت Z Corn	تاج‌ریزی S Nightshade			
ذرت Z Corn	0.0000541	0.00267	0.60	0.00198	5.89*
تاج‌ریزی S Nightshade	–0.0694	0.180	0.53	0.868	6.889**

$1/W\ Z=0.00198+ (0.0000541* Z) + (0.00267* S)$

جدول ٤- ضرایب رقابتی درون و بین گونه ای معادله عکس وزن تک بوته در تیمار عدم کنترل علف‌های هرز با مقدار آب آبیاری ۱۲۳۰ میلی‌متر

Table 4- Coefficients of intra and inter species competition of 1/w for per plant at weed free with 610 mm water treatments

متغیر وابسته 1/w Dependent variable	تراکم نسبی متغیر مستقل Independent variable relative density					A	r^2	F
	ذرت Z corn	علف‌انگشتی D crab grass	خرفه P Purslane	تاج‌ریزی S nightshade	سلمه‌تره C_1 common lamb's quarters			
ذرت Z Corn	–0.00343	–0.00385	–0.00124	0.000531	–0.00428	0.00454	0.76	4.395*
علف‌انگشتی D crab grass	–3.171	–4.45	–5.383	–3.076	–3.516	4.515	0.79	5.529*
خرفه P Purslane	0.379	1.023	1.269	1.554	0.86	–0.579	0.76	4.564*
تاج‌ریزی S Nightshade	40.096	77.86	53.54	66.382	81.211	–48.59	0.87	6.503*
سلمه‌تره C_1 common lamb's quarters	0.0341	0.133	0.057	0.0309	0.34	–0.047	0.74	4.541*

$1/W\ Z = 0.00454 - (0.00343* \mathbf{Z}) – (0.00385* D) - (0.00124* P) + (0.000531* S) – (0.00428* C_1)$

Z: ذرت،P: خرفه، S: تاج ریزی،A: تاج خروس،C_1 : سلمه‌تره، C_2 پیچک،D: علف انگشتی

معنی داری در سطح 1٪، ** معنی داری در سطح 5٪ * و ns غیر معنی دار بودن از نظر آماری. و خانه های هاشور خورده بیانگر رقابت درون گونه‌ای می باشند

کلمنتس و همکاران (۹) اظهار کردند که هر چه گیاهان از نظر زیستگاه و نیازهای غذائی، شباهت بیشتری به هم داشته باشند، رقابت در بین آنها بیشتر خواهد بود.

همچنین بیشترین و کمترین ضریب رقابت درون گونه‌ای در میان علف‌های هرز بترتیب مربوط به تاج‌ریزی[1] (۶۶/۳) در تیمار آبیاری

1-*Solanumnigrum* L.

۱۲۳۰ میلی‌متر و سلمه‌تره[1] (۰/۴۰۸) در تیمار آبیاری ۷۳۰ میلی‌متر بود که این امر را می‌توان به تراکم بالای علف‌هرز تاج‌ریزی و تراکم کم سلمه‌تره در زمان برداشت ذرت نسبت داد. رقابت درون گونه‌ای در گیاه زراعی و علف‌های‌هرز در مقایسه با رقابت بین گونه‌ای از شدت و اهمیت بیشتری برخوردار بود (جدول ۱). در کشت مخلوط گندم[2] و چچم[3] مشاهده شد که رقابت درون گونه‌ای در مقایسه با رقابت بین گونه‌ای گندم و چچم تاثیر بیشتری بر کاهش عملکرد گندم دارد (۱۱). در این آزمایش مشاهده شد که با افزایش مقدار آب آبیاری، تاثیر منفی علف‌هرز خرفه[4] روی عملکرد ذرت افزایش یافت (جداول ۱ تا ۴) و کمترین اثر منفی خرفه در تیمار آبیاری ۷۳۰ میلی‌متر (۰/۰۰۸۳۷-) مشاهده شد. بنابراین با کاهش سطح آب آبیاری توان رقابتی خرفه روی ذرت کاسته می‌شود. خرفه یک گونه CAM و با نیاز آبی بالا می‌باشد و بنابر نتایج این آزمایش کاهش آب آبیاری، سبب تضعیف بیشتر این گونه خواهد شد. اما با افزایش مقدار آب آبیاری از اثر منفی تاج‌ریزی روی عملکرد ذرت کاسته و در تیمار آبیاری ۱۲۳۰ میلی‌متر به کمترین مقدار رسید (۰/۰۰۰۵۳۱). بنابراین در گیاهان هر چه نیاز به یک منبع در یک گونه بیشتر باشد، حساسیت آن گونه نسبت به کمبود و کاهش آن منبع نیز بیشتر خواهد بود. پیچک[5] در تیمار آبیاری ۷۳۰ میلی‌متر و تاج‌خروس وحشی[6] در تیمار آبیاری ۶۱۰ میلی‌متر تاثیر منفی روی ذرت داشتند بطوریکه تاثیر منفی تاج‌خروس وحشی (۰/۰۰۸۴) بیشتر بود می‌توان گفت در این شرایط (کاهش سطح آب آبیاری) بدلیل اینکه تاج‌خروس وحشی مانند ذرت یک گونه چهار کربنه می‌باشد اما مانند خرفه یک گونه با نیاز آبی بالا بشمار نمی‌رود، در نتیجه توان رقابت بیشتری در شرایط کمبود آب، با ذرت دارد (جدول ۱).

همچنین گونه سلمه‌تره نیز به ترتیب در تیمار آبیاری ۷۳۰ میلی‌متر تاثیر منفی و در تیمار آبیاری ۱۲۳۰ میلی‌متر تاثیر مثبت روی ذرت داشت. علف‌هرز علف‌انگشتی[7] در تیمار آبیاری ۱۲۳۰ میلی‌متر تاثیر مثبت روی ذرت داشت. ذرت و علف‌های هرز سلمه‌تره، خرفه و علف‌انگشتی روی تاج‌ریزی تاثیر منفی داشتند احتمال می‌رود که گونه علف‌انگشتی و سلمه‌تره از طریق اثر منفی که روی تاج‌ریزی داشته اند (در شرایط بیشینه آب آبیاری)، توانسته اند روی ذرت اثر مثبت داشته باشند. بیشترین اثر منفی در علف‌هرز سلمه‌تره (۸۱/۲۱۱) در تیمار آبیاری ۱۲۳۰ میلی‌متر مشاهده شد (جدول ۴). در تیمار آبیاری ۷۳۰ میلی‌متر سلمه‌تره اثر مثبت (۶/۹۲۱-) و خرفه نیز اثر مثبت (۳/۹۵۹-) روی علف هرز پیچک داشتند (جدول ۲). بنابراین فرایند رقابت در بین گونه‌های مختلف بسیار پیچیده می‌باشد و برآیند آن به‌راحتی قابل تشخیص نمی‌باشد (۳) اما بررسی روابط گونه‌ها بصورت تفکیک شده در شرایط مختلف می‌تواند راه گشای مناسبی در جهت بهبود وضعیت رقابتی گونه‌های مختلف با گیاهان زراعی و تخمین برآیند رقابتی و در نتیجه مدیریت بهتر مزارع شود.

نتایج همچنین نشان داد که علف‌هرز سوروف[8] در نمونه‌گیری‌های انجام شده به حدی نبود که آنالیز شود به ناچار حذف شد از این رو اثرات رقابتی این گونه، با توجه به تراکم کم آن در مزرعه ناچیز بود. افشاری (۲) نیز گزارش کرد که علف‌هرز سوروف در شرایط حضور تمام علف‌های‌هرز تاثیر منفی کمتری در مقایسه با شرایط رقابت علف‌های باریک برگ با ذرت داشت.

بررسی شاخص‌های رشدی

نتایج این آزمایش نشان داد که میزان تولید ماده خشک گونه‌های مختلف (ذرت و علف‌های هرز) در شرایط مختلف، متفاوت بود. به این صورت که میزان ماده خشک ذرت در تیمار کنترل کامل علف‌های هرز، در ابتدای فصل رشد تا حدود ۱۳۰ روز پس از سبز شدن در بین تیمارهای اول (۶۱۰ میلی متر)، سوم (۸۸۰ میلی‌متر) و چهارم (۱۲۳۰میلی‌متر) آبیاری، اختلاف چندانی نداشت اما در اواخر دوره رشد، تولید ماده خشک ذرت در تیمارهای مختلف آبیاری بترتیب در تیمار سوم سپس تیمار چهارم (بیشینه آب) آبیاری بیشترین مقدار بود و کمترین میزان تولید ماده خشک ذرت، در تیمار دوم آبیاری (۷۳۰ میلی‌متر آب) مشاهده شد. به این ترتیب در شرایط کنترل کامل اعمال مقادیر بیشتر آب آبیاری به نفع گیاه زراعی است. همان‌طور که قبلا نیز ذکر شد در تیمار بیشینه آبیاری، ضریب رقابت درون گونه‌ای ذرت مثبت بود (جداول ۱ تا ۴). همچنین نتایج این آزمایش نشان داد که در تیمار عدم کنترل علف‌های هرز ماده خشک تولیدی ذرت نسبت به تیمار شاهد (کنترل کامل علف‌های هرز) حدود ۲۹٪ کاهش نشان داد اما در تمام تیمارهای آبیاری در طول فصل رشد، با یک شیب ملایم در حال افزایش بود. همچنین با افزایش میزان آبیاری به بیشترین مقدار (۱۲۳۰ میلی‌متر)، میزان ماده خشک تولیدی ذرت به بیشینه مقدار رسید. سپس در میزان آبیاری ۶۱۰ میلی‌متر و در نهایت در تیمار دوم آبیاری اعمال شده (۷۳۰ میلی‌متر آب)، میزان ماده خشک بیشتر بود. بطورکلی در بیشترین میزان آبیاری، بیشترین ماده خشک ذرت مشاهده گردید. سپس در کمترین میزان آبیاری (۶۱۰ میلی‌متر آب) نسبت به دو تیمار میانی (۸۸۰ و ۷۳۰ میلی‌متر آب) بیشترین تولید ماده خشک ذرت مشاهده شد. به این ترتیب می‌توان

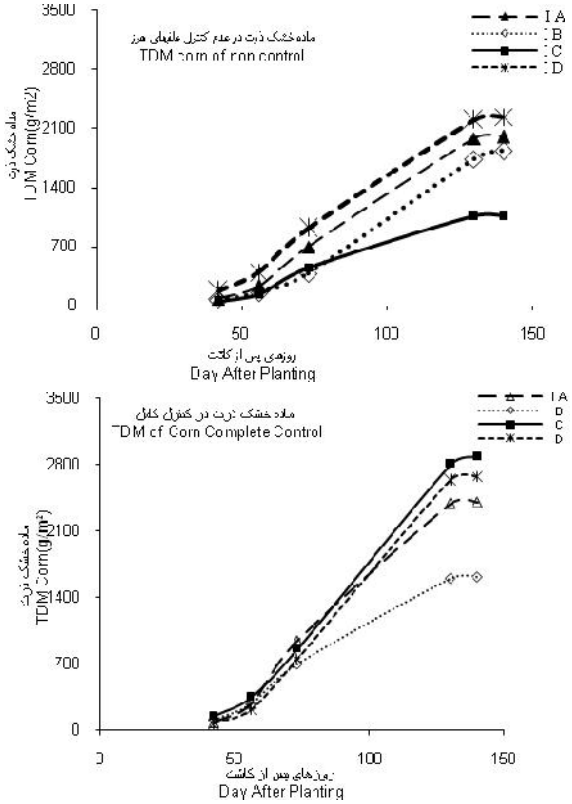
2-*Chenopodium album* L.
3- *Triticumaestivum*L.
4- *Loliummultiflorum* L.
5-*Portulacaoleracea* L.
6- *Convolvulus arvensis* L.
7-*Amaranthusretroflexus* L.
8-*Digitariasanguinalis*(L.) Scop
9- *Echinochloa crus-galli*(L.) Beauv

گفت در مزارع ذرت موجود در مناطق خشک که محدودیت آب آبیاری وجود دارد، اعمال کمترین میزان آبیاری (۶۱۰ میلی‌متر آب) جهت تولید ماده خشک ذرت به صرفه‌تر از اعمال مقادیر میانی آبیاری است اما در مناطقی که محدودیت آب وجود ندارد، اعمال بیشترین مقدار آب آبیاری منجر به تولید بیشینه ذرت می‌شود. یعنی در مورد منبع آب که در مناطق خشک یک منبع بسیار مهم رقابتی بشمار می‌آید، اعمال بیشینه یا کمینه آبیاری موثرتر است و در شرایطی که میزان آب معتدل است احتمالاً منابع دیگر بر روی تولید ماده خشک، موثرتر از آب آبیاری خواهند بود.

بطورکلی اعمال مقادیر بالای آب آبیاری به نفع گیاه زراعی است. در شرایط عدم حضور علف‌های‌هرز تامین هر چه بیشتر آب به نفع گیاه زراعی خواهد بود در نتیجه می‌توان گفت در تیمار کنترل کامل افزایش میزان آبیاری تا حد خاصی منجر به افزایش تولید می‌شود و بیشتر از این حد بخصوص، سبب افزایش تولید ماده خشک ذرت نخواهد شد. این مسئله بیانگر ظرفیت محدود تولید در گیاهان می‌باشد که تحت عنوان قانون بازده نزولی (۷، ۳۴ و ۲۶) شناخته شده است. در واقع این قوانین بعنوان عوامل محدود کننده رشد در منابع ذکر شده است که جهت فرموله کردن تئوریهای متعددی در رابطه با عوامل محدودکننده رشد و واکنش گیاه مطرح شده اند (۱۹). در این آزمایش با افزایش میزان آب آبیاری تا سطح سوم، افزایش تولید ماده خشک مشاهده شد و از سطح سوم به بعد یعنی در تیمار چهارم آبیاری افزایش تولید ماده خشک مشاهده نشد (شکل ۱).

تولید ماده خشک علف‌های هرز پهن برگ

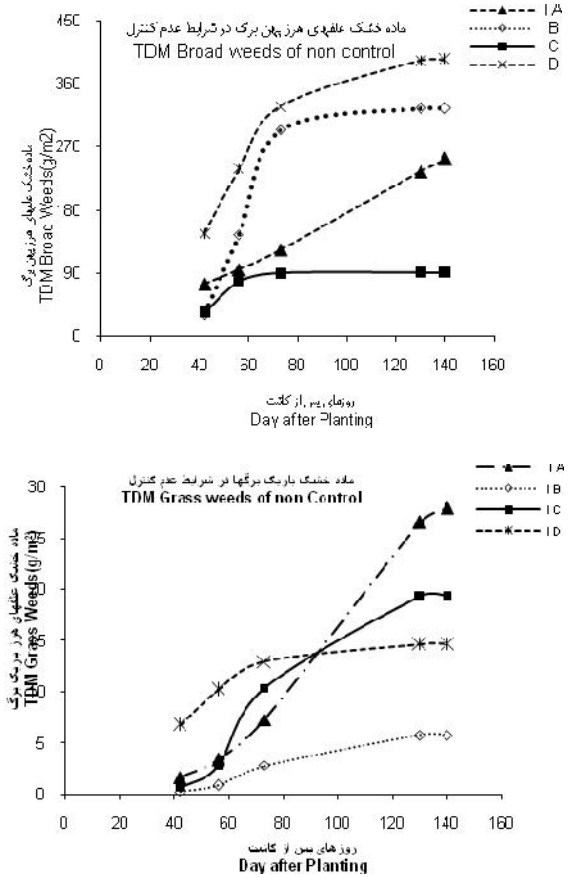
نتایج این آزمایش نشان داد که در تیمار عدم کنترل علف‌های‌هرز، در بیشترین میزان آب آبیاری، همواره تمام گونه‌های پهن برگ دارای بیشترین مقدار تولید ماده خشک بودند. سپس در تیمار دوم (۷۳۰ میلی‌متر آب) با روندی مشابه تیمار بیشینه آبیاری بود اما نسبت به تیمار بیشینه آبیاری (۱۲۳۰ میلی‌متر) کمتر بود و در اوائل رشد تا حدود ۷۳ روز بعد از سبز شدن تولید ماده خشک بطور مرتب در حال افزایش بود (شکل ۲).



شکل ۱– ماده خشک تولیدی (TDM) ذرت در تیمارهای عدم کنترل و کنترل کامل علف‌های هرز

Figure 1- Total dry matter of corn in weed free and complete control of weeds

Irrigation 1230 mm =ID ،Irrigation 880 mm = IC،Irrigation 730 mm =IB ،Irrigation 610 mm =IA



شکل ۲- ماده خشک تولیدی (TDM) علف‌هایهرز پهن برگها و گراسها در تیمار عدم کنترل علف‌های هرز

Figure 2- Total dry matter of broad leaf and grass weed in non control treatments

Irrigation 1230 mm =ID ،Irrigation 880 mm = IC،Irrigation 730 mm =IB ،Irrigation 610 mm =IA

همچنین در اواخر رشد میزان تولید ماده خشک نسبت به بقیه مراحل رشدی کمتر بود. بطوریکه از ۷۳ روز بعد از سبز شدن تا انتهای رشد افزایش چندانی در تولید ماده خشک مشاهده نشد (شکل ۲). بنابراین در رقابت علف‌های هرز پهن‌برگ، میزان تولید ماده خشک در اوائل رشد، نسبت به اواخر رشد تاثیرپذیری بیشتری نسبت به میزان آب دارد. البته این روند دور از انتظار هم نیست زیرا در تعریف صحیح رقابت بین گونه‌های مختلف آمده است که میزان رقابت در اوائل رشد بسیار سرنوشت‌ساز تر از سایر مراحل رشدی است و تامین منابع در اوائل دوره رشد سهم بیشتری در رقابت دارد (۲۴). بطور کلی می‌توان گفت در حضور گونه‌های پهن‌برگ بسته شدن کانوپی مستلزم آب بیشتری نسبت به اواخر دوره رشد می‌باشد. همچنین تولید در تیمار سوم (۸۸۰ میلی‌متر آب) در طول فصل رشد افزایش قابل ملاحظه‌ای نداشت. بنابراین افزایش بیشتر منبع آب آبیاری تا یک حد بخصوصی (بسته به ظرفیت گونه‌های علف‌هرز)، سبب افزایش ماده خشک می‌شود و زمانیکه میزان آب بیشتر از این ظرفیت در اختیار گیاه قرار گیرد، افزایش ماده خشک چندانی وجود ندارد. البته این امر متناقض با اصل جذب لوکس در علف‌های‌هرز نیست بلکه به نوعی مؤید این اصل نیز بشمار می‌آید، منتها نتیجه این آزمایش نشان از محدود بودن ظرفیت جذب لوکس علف‌های هرز است.

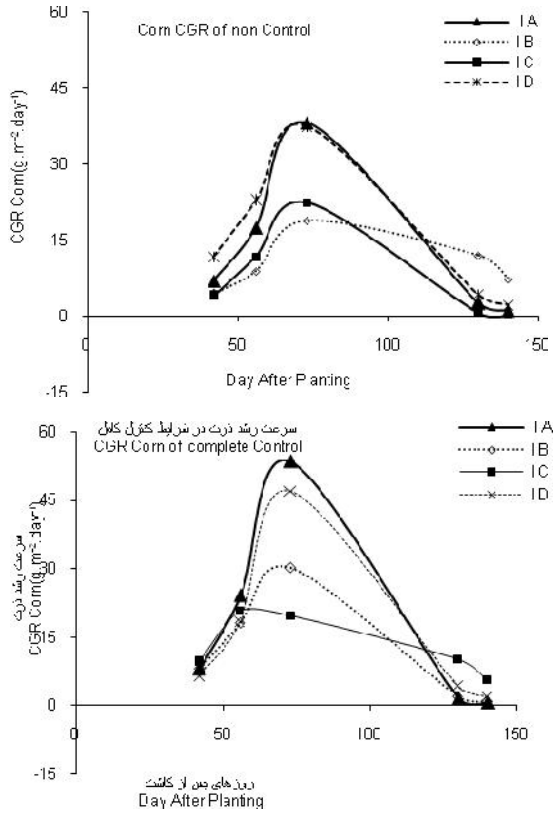
همانطور که ذکر شد در تیمار عدم کنترل علف‌های هرز هم در اوائل رشد و هم در اواخر دوره رشد ذرت در تیمار سوم (۸۸۰ میلی‌متر آب)، کمترین ماده خشک در ذرت تولید شد (شکل ۲) اما زمانیکه کنترل کامل علف‌های هرز صورت گرفت، ماده خشک ذرت در همین تیمار آبیاری، بیشترین مقدار بود. بنابراین افزایش میزان آب آبیاری در زمان عدم حضور علف‌های‌هرز بیشتر از زمانیکه علف‌های هرز حضور دارند، مفید است. یعنی افزایش میزان آب آبیاری منجر به تولید ماده خشک بیشتر در ذرت می‌شود. اما در زمان حضور سایر گونه‌ها توان ذرت بجای صرف جذب بیشتر آب، به میزان زیادی صرف رقابت با گونه‌های مجاور می‌شود. با وجود این، رقابت در بین گیاهان بسیار

پیچیده است زیرا عوامل و منابع و شرایط مختلفی در آن دخیل می‌باشند و فقط با در نظر گرفتن یک عامل، همچون آب نمی‌توان دقیقاً وضعیت نهائی رقابت را پیش بینی کرد (۲۴). اما با آگاهی از تاثیر انفرادی هر عاملی می‌توان به بهره‌گیری مفیدتر منابع در جهت انتفاع گیاه زراعی اقدام به مدیریت مزارع نمود.

تولید ماده خشک علف‌های هرز باریک‌برگ: در اوائل دوره رشد، در بیشترین میزان تیمار آبیاری (۱۲۳۰ میلی¬متر آب) میزان ماده خشک باریک‌برگ‌ها در تیمار عدم کنترل علف‌های هرز بیشترین مقدار بود که با گذشت زمان اختلاف تولید ماده خشک آن با سایر تیمارها کاسته شد. در سایر تیمارهای آبیاری در اوائل رشد اختلاف چندانی میان سه تیمار اول آبیاری وجود نداشت اما در اواخر دوره رشد بیشترین میزان تولید ماده خشک در گونه‌های باریک برگ متعلق به تیمار کمینه آبیاری (تیمار ۶۱۰ میلی‌متر آب) بود (شکل ۲). اما در تمام طول دوره رشد، کمترین ماده خشک باریک‌برگ‌ها در تیمار دوم آب (۷۳۰ میلی‌متر آب) تولید شد (شکل ۲). بطورکلی می‌توان گفت آب در مراحل اولیه رشد تأثیر بیشتری در رقابت باریک‌برگ ها دارد که به مرور زمان تاثیر این منبع (آب) کمتر شده و نقش آن در رقابت کمتر می‌شود زیرا براساس این آزمایش در اوائل دوره رشد پاسخ باریک‌برگ ها به تغییر میزان آب آبیاری سریعتر و منظم‌تر از اواخر رشد بوده است (شکل ۲). این امر حساسیت رقابت را در اوائل دوره رشد و لزوم دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز (۲۹) را در مزارع تایید می‌کند. بطور کلی در بین تمام تیمارها زمانیکه بیشترین میزان آبیاری اعمال شود هم در گیاه زراعی (کنترل کامل، عدم کنترل)، هم در باریک‌برگ ها و هم در پهن‌برگها بیشترین میزان ماده خشک تولید شد (شکل ۲).

سرعت رشد ذرت

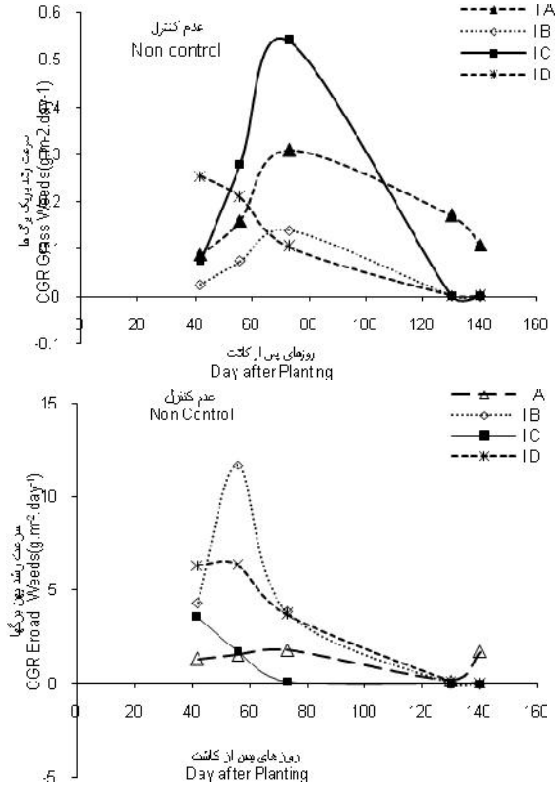
نتایج این آزمایش نشان داد که روند سرعت رشد در تیمارهای مختلف، متفاوت بود اما تقریباً در تمام تیمارها سرعت رشد در اوایل رشد با یک روند صعودی در حال افزایش بود سپس در اواسط دوره رشد به اوج سرعت رسید و بعد از رسیدن به بیشینه سرعت، بصورت نزولی در حال کاهش بود (شکل ۳).



شکل ۳– سرعت رشد (CGR) ذرت در تیمارهای کنترل کامل و عدم کنترل علف‌های هرز

Figure 3- Crop Growth Rate of corn in weed free and complete control of weeds

Irrigation 1230 mm =ID ،Irrigation 880 mm = IC،Irrigation 730 mm =IB ،Irrigation 610 mm =IA



شکل ٤– سرعت رشد (CGR) علف‌های‌هرز پهن برگ و گراسها در تیمار عدم کنترل علف‌های هرز

Figure 4- Crop growth rate of broad leaf and grass weed in non control treatments

Irrigation 1230 mm =ID ،Irrigation 880 mm = IC،Irrigation 730 mm =IB ،Irrigation 610 mm =IA

در تیمار شاهد (کنترل کامل) سرعت رشد ذرت در تیمار کمینه آبیاری (۶۱۰ میلی‌متر آب) نسبت به سایر تیمارها، بیشتر بود. سپس در تیمار بیشینه آبیاری سرعت رشد ذرت نسبت به سایر تیمارهای آبیاری (تیمارهای میانی ۸۸۰ و ۷۳۰ میلی‌متر آب)، بالاتر بود. در واقع در حالت عدم حضور علف‌های هرز و میزان متوسط آب آبیاری سرعت رشد ذرت کاهش یافت (شکل ۳). بنابراین مقدارهای خیلی کم یا خیلی زیاد آب آبیاری سبب افزایش سرعت رشد خواهد شد. البته اینکه مقدار خیلی زیاد آب (۱۲۳۰ میلی‌متر آب)، منجر به افزایش سرعت رشد شود تردید چندانی وجود ندارد و این روند قابل پیش بینی هم بود اما زمانیکه میزان آب آبیاری بسیار کم است، روند سرعت رشد بدلیل کمبود منبع و استفاده بهینه گیاه از آن منبع سعی در کاهش طول دوره رشدی خود دارد یعنی در زمانیکه محدودیت منبع (آب) بالا باشد، گیاه زراعی با توجه به این محدودیت سعی در بهره گیری بیشتر از منابع داشته تا هر چه سریع‌تر سیکل رویشی خود را تکمیل کند تا بدین ترتیب کمترین آسیب را از محدودیت شرایط داشته باشد. بنابراین زمانیکه محدودیت آب وجود دارد، استفاده از کمترین میزان آب آبیاری نسبت به میزان متوسط آبیاری، همراه با وجین کامل علف‌های هرز سبب بالا رفتن سرعت رشد و همچنین ماده خشک (شکل ۳) خواهد شد. اما اگر محدودیت آب وجود نداشته باشد همانطور که نتایج این آزمایش نشان می‌دهد استفاده هر چه بیشتر آب، منجر به حصول سرعت رشد بالا در گیاه زراعی خواهد شد و در شرایط محدودیت آب رقابت درون گونه‌ای ذرت بیشتر بوده و منجر به بالا رفتن سرعت رشد ذرت می‌گردد (شکل ۳).

همچنین در حالت عدم حضور علف‌های‌هرز و در هر چهار تیمار آبیاری، سرعت رشد ذرت در ۷۳ روز پس از سبز شدن، به بیشترین مقدار رسید و تغییرات سرعت رشد، در تیمار سوم آبیاری (۸۸۰ میلی-متر)، دارای شیب ملایم‌تری نسبت به سایر تیمارها بود (شکل ۳). بنابراین میزان متوسط آب آبیاری در حالت عدم حضور گونه‌های مختلف علف‌هرز تاثیر چندانی در سرعت رشد ذرت نخواهد داشت (شکل ۳).

علاوه بر این نتایج این آزمایش نشان داد که میزان سرعت رشد ذرت در حالت عدم کنترل علف‌های هرز نسبت به تیمار شاهد، ۳۴٪ کاهش یافت. در واقع حضور علف‌های‌هرز منجر به چنین کاهشی در سرعت رشد ذرت شده‌اند. اما تاثیرپذیری سرعت رشد ذرت از

تیمارهای مختلف آبیاری در رقابت با علف‌های هرز مشابه زمان عدم حضور علف‌های‌هرز بود با این تفاوت که در این حالت (حضور علف‌های‌هرز) تیمار دوم آبیاری نسبت به سایر تیمارهای آبیاری کمترین تاثیرپذیری از میزان آب را در طول فصل رشد نشان داد. بنابراین در حالت حضور علف‌های هرز همچون حالت عدم حضور علف‌های‌هرز، میزان متوسط آبیاری تاثیری در تغییر سرعت رشد ذرت و رقابت درون گونه‌ای ذرت ندارد (شکل ۳).

سرعت رشد علف‌های هرز پهن برگ: نتایج این آزمایش نشان داد زمانیکه انواع گونه‌های علف‌هرز پهن برگ و باریک برگ با هم در رقابت بودند، میزان سرعت رشد پهن برگها بسیار بیشتر از باریک‌برگ ها بود (شکل ۴). بدین مفهوم که پهن برگها در رقابت بین گونه‌ای با ذرت و سایر گونه‌های باریک برگ توانائی بیشتری دارند. در منابع دیگر نیز آمده است که گونه‌های پهن برگ در مزارع ذرت مشکل‌سازترند (۲ و ۲۵). همچنین روند سرعت رشد پهن برگها در رقابت با ذرت مشابه ذرت بود با این تفاوت که اوج سرعت رشد این گونه‌ها برخلاف ذرت که در ۷۳ روز بعد از سبز شدن بود، ۵۶ روز بعد از سبز شدن مشاهده شد (شکل‌های ۳ و ۴). بنابراین در رقابت ذرت و علف‌های هرز پهن برگ، علف‌های هرز جهت بهره‌گیری سریع‌تر و بیشتر از منابع و بالا بردن توان رقابت بین گونه‌ای سرعت رشد خود را بالاتر می‌برند و بدین ترتیب منجر به آسیب به گیاه زراعی می‌شوند (شکل ۴).

سرعت رشد باریک‌برگ‌ها

نتایج این آزمایش نشان داد که سرعت رشد باریک‌برگ ها در رقابت با سایر گونه‌ها بسیار کمتر بود (شکل ۴). بطوریکه در رقابت چند گونه‌ای علف‌های‌هرز در مزارع ذرت، باریک‌برگ‌ها رقابت کننده ضعیف‌تری بودند. احتمال می‌رود توان رقابت (بین گونه‌ای) باریک‌برگ ها در مقابل ذرت بسیار کم باشد زیرا ذرت یک محصول باریک‌برگ است و ممکن است که کمبود توان رقابت بین گونه ای باریک‌برگ ها (علف‌های هرز) با محصول زراعی باریک برگ (ذرت) منجر به کاهش سرعت رشد شده باشد (شکل ۴).

نتایج این آزمایش همچنین نشان داد که بیشترین سرعت رشد باریک‌برگ ها در تیمار آبیاری سوم (۸۸۰ میلی‌متر) بود در حالیکه گونه‌های‌پهن‌برگ و ذرت در این تیمار آبیاری کمترین سرعت رشد را داشتند (شکل ۴). بدین ترتیب می‌توان گفت در تیمارهائی که پهن‌برگ ها و ذرت توان رقابت بالاتری داشته‌اند، باریک‌برگ ها توان رقابت نداشته و زمانی باریک‌برگ ها توانسته‌اند سرعت رشد خود را بالا ببرند، که دیگر گونه‌های موجود در مزرعه سرعت رشد چندانی نداشته‌اند. به مفهوم دیگر زمانیکه قدرت رقابت سایر گونه‌ها کمتر بوده است، باریک‌برگ ها توان بهره گیری از منبع آب داشته‌اند و این مسئله ناشی از کمبود توان رقابتی باریک‌برگ ها در مقابل سایر گونه‌هاست (شکل ۴). بطور کلی این امر توان رقابتی ضعیف‌تر گونه‌های باریک برگ را در مقابل سایر گونه‌ها می‌رساند.

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به نتایج این آزمایش افزایش میزان آب آبیاری در شرایط عدم کنترل علف‌های‌هرز، سبب کاهش ضریب رقابت درون گونه‌ای ذرت می‌شود و افزایش تراکم نسبی ذرت منجر به منفی شدن ضریب رقابت درون گونه‌ای ذرت بر وزن تک بوته آن شد. بنابراین در شرایط فراهمی آب و در حضور سایر گونه‌ها، افزایش تراکم ذرت یک فاکتور مثبت رقابتی می‌باشد. تراکم بالا و پایین برخی گونه‌ها منجر به اختصاص بیشترین و کمترین ضریب رقابت درون گونه‌ای در میان علف‌های هرز شد که بترتیب مربوط به تاج‌ریزی در تیمار آبیاری ۱۲۳۰ میلی‌متر و سلمه‌تره در تیمار آبیاری ۷۳۰ میلی‌متر بود. همچنین با افزایش میزان آبیاری، میزان ماده خشک تولیدی ذرت متناسب با مقدار آب آبیاری افزایش یافت و تفاوت تولید ماده خشک ذرت با گذشت زمان در بیشینه آبیاری در طول دوره رشد نسبت به سایر تیمارهای آبیاری بیشتر شد. در تیمار عدم کنترل علف‌های هرز، ماده خشک تولیدی ذرت نسبت به تیمار شاهد (کنترل کامل علف‌های هرز) ۲۹٪ کاهش نشان داد و در بیشترین میزان آب آبیاری، همواره تمام گونه‌ها دارای بیشترین مقدار تولید ماده خشک بودند. نیز سرعت رشد ذرت در تیمار کمینه آبیاری نسبت به سایر تیمارها، بیشترین مقدار ($۵۳/۴۷ g.m^{-2}.day^{-1}$) بود و در میزان متوسط آب آبیاری سرعت رشد ذرت ($۱۹/۸۰ g.m^{-2}.day^{-1}$) کم‌ترین مقدار بود.

منابع

1- Abaspoor M., RezvaniMoghadam P. 2002. The critical period of weed control in corn) Zea mays) at Mashhad, Iran. Iranian Journal of Field Crops Research 2(2): 195- 182. (In Persian with English Summary).

2- Afshari M. 2009. Estimation of multi-species competition and seasonal dynamic of weed population and determination of growth indices, yield and yield component of Corn (*Zeamays* L.) under field condition. MSc Thesis in Weed Science, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).

3- Altieri M.A. and Liebman M. 1988.Eds weed management in Agroecosystems Ecological Apporach *CRC*prees.

4- Alizadeh A., and KamaliGh.A. 2007. Water requirements of plants in Iran. Publication of Imam Reza University. 227 p.
5- Azeez J.O., Chikoye D., Kamara A.Y., Menkir A., and Adetunji M.T. 2005. Effect of drought and weed management on maize genotypes and thetensiometric soil water content of aneutricnitisolin southwestern Nigeria. Plant & soil, l276: 61-68.
6- Bekele S.,and Tilahun K. 2007. Regulated deficit irrigation scheduling ofonion in a semiarid region of Ethiopia. Agric Water Manage, 98(1–2): 148–152.
7- Blackman F.F. 1905. Ann. Bot. 19:281-95.
8- Casper B.B., and Jackson R.B. 1997. "Plant competition underground "*Annu. Rev. Ecol. Syst* 28: 545–570.
9- Clements F., Weaver E., and Hanson H.C. 1929. Plant competition: an analyisis of community function. pub. No. 398. . Washington, D C. Carnergie Inst.
10- Dagdelen N., Yilmaz E., Sezgin F., and Gurbuz T. 2006. Water-yieldrelation and water use efficiency of cotton (*Gossypiumhirsutum*L.) and second crop corn (*Zea mays* L.) in western. *Turkey. AgricWater Manage*, 82: 63–85.
11- Dalley C.D., Bernards M.L., and Kells J.J. 2006. Effect of weed removal timing and row spacing on soil moisture in corn (*Zea mays*). *Weed Technology*, 20: 399-409
12- Donald C.M. 1963. Competition among crop and pasture plants. Adv. Agron. 15: 1-18.
13- Fatemi R., Kahraryan B., Ghanbary A., and Valizadeh M. 2006. The evaluation of different irrigation regims and water requirenment on yield and yield components of Corn. Journal of Agricultural Sciences. Islamic Azad University. 1: 133- 141.
14- Hashem A., Radosevich S.R., and Roush B. 1998. Effect of proximity facrors on compeyition between winter wheat (*Triticumaestvum*) and Italian ryegrass (*Loliummultiflorum*). *Weed Sci*, 49: 181-190.
15- Istanbulluoglu A., Kocaman I., and Konukcu F. 2002. Water use–productionrelationship of maize under Tekirdag conditions in Turkey. *Pak JBiolSci*, 5(3): 287–291.
16- Johnson B.L., and Henderson T.L. 2002. Water use efficiency. Water usepatterns of grain amaranth in the northern Great Plains. Agron J, 94: 1437–1443.
17- Kenzevic S.Z., Weise S.F. and Swanton C.J. 1994; Interference of redroot pigweed (*Amaranthusreroflexus*) in corn (*Zea mays*). Weed Sci. 42:568-573
18- KhavariKhurasani S. 2008. Scientific and practical guide for corn (planting to harvesting). Sarava and AvayeMassihPublications. 187 p.
19- Koocheki A., SarmadniaGh. H. 2009. Physiology of Crops. Franklin P Gardner., Berent P Yers., Rajeral M. Publications, University Press of Jihad Daneshgahi, Mashhad, Iran.400 p.
20- Koohi N. 2004. Study the effects of drip irrigation and plant density on water use efficiency of corn in one row and two-row planting 700 varieties of Karaj. MSc Thesis in Weed Science, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
21- Kropff M.J., and Van Laar H.H. 1993. Modelling crop-weeds Interactions. International Rice Research Institute.pp.274.
22- Kirnak H., Gencoglan C., and Degirmenci V. 2003. Effect of deficitirrigation on yield and growth of second crop corn in Harranplain conditions. *Atatu¨rkUniv J FacAgric*, 34(2) :117–123
23- Kiziloglu F.M., Sahin U. Yasemin K., and Talip T. 2009. Determining water–yield relationship, water use efficiency, Crop and pan coefficients for silage maize in a semiarid region. *IrrigSci*, 27: 129-137.
24- MahdaviDamghani A.M., and Kamkar B. 2009. Weed- crop competition: a review. Robert Zidahl. Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources. 352 p.
25- Mahmoudi, G. 2010. Investigation of weed multiple-species competition and ecological indices at different corn (*Zeamays* L.) densities. MSc Thesis in Weed Science, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
26- Mitscherlich E.A. 1909. Jahrb. Landwirtsch. Schweiz. 38: 537-52.
27- Oktem A., Simsek M., Oktem A.G. 2003. Deficit irrigation effects onsweet corn (*Zea mays*saccharataSturt) with drip irrigationsystem in a semi-arid region. *Water–yield relationship. AgricWater Manage*, 61: 63–74.
28- Payero J.O., Melvin S.R., Irmak S., and Tarkalson D. 2006. Yield responseof corn to deficit irrigation in a semiarid climate. *Agric WaterManage* 84:101–112
29- RashedMohassel M.H., and Musavi S.K. 2007. Weed management principles. AlderichRitchard J., KermerRobbert J. Publications, University Press of Jihad Daneshgahi, Mashhad, Iran. 532 p.
30- RahimianMashhadi H. 2003. Competition modeling of weeds and crops. Publishing Centre of agricultural education. 124 p.
31- Salehiyan H., Ghanbari A., RahimiyanMashhadi H.,Majidi, E. 2003. Investigation of wheat and weeds interference in field condition. Iranian Journal of Field Crops Research 1(1): 109- 120. (In Persian with English Summary).
32- SpittersC.j., and Aerts R. 1983. Simulation of competition for light and water in crop-weed associations. Aspects of Appl. Biol, 4:467-483
33- Subedi K.D., and Ma B.L. 2009. Assessment of some major yield-limiting factors on maize production in a humid

temperate environment. *Field Crops Research*, 110: 21-26.
34- Yazar A., Sezen S.M., and Gencel B. 2002. Drip irrigation of corn in the Southeast Anatolia Project (GPA) area in Turkey. *Irrig. Drain*, 51: 293-300.
35- Zand A., RahimianMashhadi H., Koocheki A.R. Khalghani J., Musavi S.K and Ramezani K. 2004. Ecology of weeds. Publications, University Press of Jihad Daneshgahi, Mashhad, Iran.