



به‌زراعی کشاورزی

دوره ۲۲ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۹

صفحه‌های ۶۶۹-۶۵۷

مقاله پژوهشی:

ارزیابی توانایی رقابتی ارقام سیب‌زمینی با علف‌های هرز

فرشته نورالهی^{۱*}، حمیدرضا محمددوست‌چمن‌آباد^۲، داود حسن‌پناه^۳، محمد انوار^۴

۱. دانش‌آموخته دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲. استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۳. استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، اردبیل، ایران.

۴. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۱۱/۱۵

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۰۴

چکیده

به‌منظور بررسی توانایی رقابتی ارقام مختلف سیب‌زمینی با علف‌های هرز آزمایشی در سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای مورد مطالعه شامل ۱۰ رقم سیب‌زمینی بودند که در شرایط با و بدون رقابت طبیعی علف‌های هرز رشد می‌کردند. نتایج نشان داد افت عملکرد در شرایط حضور علف‌های هرز از سه درصد در رقم ساتینا تا ۸۴ درصد در رقم آگریا متغیر بود. هم‌چنین توانایی رقابتی ارقام با یکدیگر متفاوت بود. رقم ساتینا دارای بالاترین شاخص رقابت (CI) بود و توانست وزن خشک علف‌های هرز را نسبت به رقم اسپریت به‌عنوان یک رقم ضعیف در رقابت با علف‌های هرز به میزان دو برابر بیش‌تر کاهش دهد. از بین صفات مورد بررسی قطر ساقه سیب‌زمینی همبستگی منفی با وزن خشک علف‌های هرز و همبستگی مثبت با شاخص‌های تحمل و رقابت ارقام داشت. قطر ساقه در رقم ساتینا در شرایط حضور علف‌های هرز نسبت به رقم اسپریت ۱۸ درصد بیش‌تر بود. به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد رقم ساتینا به‌عنوان یک رقم سازگار برای کشت در منطقه اردبیل نسبت به سایر ارقام از شاخص حساسیت (SSI) کم‌تر و پایداری بیش‌تری نسبت به علف‌های هرز برخوردار بوده و می‌توان آن را به‌عنوان رقم رقیب در برنامه‌های مدیریت غیرشیمیایی علف‌های هرز معرفی نمود.

کلیدواژه‌ها: بازدارندگی علف‌های هرز، رقابت‌پذیری، شاخص تحمل، صفات مورفوفیزیولوژیکی، مدیریت پایدار علف‌های هرز.

Evaluating the Competitive Ability of Potato Cultivars with Weeds

Fereshteh Nourollahi^{1*}, Hamid Reza Mohammaddoust-Chamanabad², Davood Hasanpanah³, Mohammad Anvar⁴

1. Former Ph.D. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabil, Ardabil, Iran.

2. Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabil, Ardabil, Iran.

3. Research Assistant Professor, Plant Breeding (Genetics-Biometry), Horticulture Crops Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research Centre, AREEO, Ardabil, Iran.

4. Former M.Sc. Student, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabil, Ardabil, Iran.

Received: November 25, 2019

Accepted: February 4, 2020

Abstract

In order to study the competitiveness of potato cultivars with weeds, an experiment was conducted in 2016 at field research of Ardabil Agriculture and Natural Resources Research Station. For this purpose a randomized complete block has been used with three replications. The treatments include ten potato cultivars, grown with and without natural weed competition, with yield loss ranging from 3% in Satina to 84% in Agria in weedy condition. Also, the Competitive Ability (CA) of the cultivars differs. It is observed that satina cultivar has had the highest competitive index (CI) and could reduce the weed dry mass by two folds in comparison to Spirit as a poor cultivar. Also, stem diameter is seen to be negatively correlated with weed dry mass and positively correlated with tolerance and competition indices. Stem diameter in Satina has significantly stodd higher than Spirit cultivar. In general, the results of this study declare that Satina cultivar is considered as a tolerant and recommendable option for cultivation in Ardebil region than other cultivars, less susceptibility index (SSI) and more stable than weed, and can be introduced as a competitive cultivar in non-chemical weed management programs.

Keywords: Competitiveness, morpho-physiological traits, sustainable weed management, tolerance index, weed suppression.

۱. مقدمه

رقابت علف‌های هرز تا حد زیادی می‌تواند عملکرد محصول را تحت تأثیر قرار دهد. با بهبود عوامل آگرونومیکی و ژنتیکی دخیل در توانایی رقابتی گیاهان زراعی می‌توان خسارت علف‌های هرز را کاهش داد. سبب زمینی^۱ یک محصول استراتژیک در دنیا بوده و از نظر سطح زیر کشت پس از ذرت، برنج و گندم در رتبه چهارم قرار دارد. کشور ایران از نظر تولید سبب‌زمینی در میان کشورهای جهان در رتبه سیزدهم قرار دارد (FAO, 2017). استان اردبیل با سطح زیر کشت ۲۳۰۰۰ هکتار و تولید ۷۸۰ تن سبب‌زمینی مقام دوم کشور را دارد (IRANSTAT, 2017). رشد فزاینده جمعیت و محدودیت منابع پایه تولید اهمیت پژوهش در خصوص پارامترهای مؤثر بر افزایش عملکرد محصولاتی نظیر سبب‌زمینی را که سهم بیش‌تری در تأمین امنیت غذایی دارند، بیش از پیش آشکار می‌نماید (Kazemi et al., 2017). افت عملکرد محصول سبب‌زمینی در نتیجه خسارت علف‌های هرز در ایران بین ۲۰ تا ۳۰ درصد گزارش شده است (Kholgani, 2010).

وجود تعداد نسبتاً محدود از علف‌کش‌های ثبت‌شده برای کاربرد در زراعت سبب‌زمینی و بروز مقاومت به بسیاری از مکانیزم‌های اثر این علف‌کش‌ها از قبیل بازدارنده‌های فتوسنتز^۲، بازدارنده‌های استولاکتات سیتتاز ALS و بازدارنده‌های استیل کوآنزیم آ کربوکسیلاز ACCase، سبب توجه بیش‌تر به استراتژی‌های مدیریتی جایگزین از جمله روش‌های کنترل زراعی برای حفظ تولید بیش‌تر در زراعت سبب‌زمینی شده است (Colquhoun et al., 2009). امروزه بسیاری معتقدند که کلید موفقیت کنترل علف‌های هرز به‌ویژه در سیستم‌های کشاورزی پایدار استفاده از ارقام با توانایی رقابت بالا است (Andrew et al., 2015; Worthington & Reberg-Horton, 2013). یکی از

اولویت‌های پژوهشی مدیریت علف‌های هرز سبب‌زمینی در کشور انتخاب رقم سبب‌زمینی است که می‌تواند رقابت علف هرز را سرکوب یا تحمل نماید و به‌عنوان جزئی از یک سیستم مدیریت تلفیقی علف‌هرز، برای کاهش وابستگی به علف‌کش محسوب می‌شود (Kholgani, 2010).

پژوهش‌گران توانایی رقابتی متفاوتی را در میان ارقام موجود در بسیاری از گیاهان زراعی گزارش نموده‌اند که نشان‌دهنده پتانسیل پیشرفت مدیریت علف‌های هرز از طریق به‌زادگی می‌باشد (Westwood et al., 2018; Abdollahi & Mohammaddust, 2017; Worthington & Reberg-Horton, 2013; Fasoula, 2010). ارقام سرکوب‌گر علف‌های هرز گیاهان زراعی از جمله گندم، برنج و جو در برخی کشورها از جمله آمریکا (Gealy & Yan, 2012) و چین (Kong et al., 2011) به‌صورت تجاری عرضه می‌شوند و در برخی کشورها نیز این ارقام در حال توسعه هستند (Worthington & Reberg-Horton, 2013; Bertholdsson, 2012). چنین پژوهش‌هایی در سبب‌زمینی و دیگر محصولات سبزی و صیفی اندک است و توانایی رقابتی ارقام در برنامه‌های اصلاح نباتات سبب‌زمینی کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. توانایی رقابتی گیاهان زراعی (CA) عبارت از توانایی گیاه زراعی برای رقابت با علف‌های هرز است. گیاهان زراعی رقیب انواعی هستند که یا قادر به تولید عملکرد بالا در حضور علف‌های هرز بوده (پاسخ رقابتی AWC) که با شاخص تحمل (WITI) بیان می‌شود) یا بتوانند شایستگی علف‌های هرز را کاهش دهند (اثر رقابتی یا بازدارندگی علف‌های هرز (WSA) که با شاخص رقابت (CI) بیان می‌شود) (Cory et al., 2016). توانایی بالای رقابتی نمی‌تواند به یک صفت نسبت داده شود بلکه ترکیبی از صفات متعدد در توانایی رقابتی گیاهان اثر دارند. تعیین این صفات و روابط آنها در ورود بحث رقابت علف‌های هرز به برنامه‌ها و فرایندهای اصلاح نباتات مهم است

1. Solonum toberosum L.

مارفونا^۵، فونتانه^۶، لیدی^۷، ساتینا^۸، ساوالان^۹ و مارفونای موتانت^{۱۰} بودند که در شرایط با و بدون رقابت طبیعی علف‌های هرز رشد می‌کردند. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد.

در هر کرت پنج ردیف به طول پنج متر، فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر و با تراکم ۷/۵ بوته در مترمربع کشت شد. کود ازته اوره به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در دو نوبت (۵۰ درصد در زمان سبزشدن و ۵۰ درصد در زمان تشکیل غده) مصرف شد. سایر مراقبت‌های زراعی اعم از آبیاری و خاکدهی پای بوته‌ها برای کلیه تیمارها به صورت یکنواخت انجام شد. به منظور مقایسه اثر رقابت بعد از جوانه‌زنی سیب‌زمینی هر کرت به دو قسمت مساوی تقسیم شد. در یک قسمت به علف‌های هرز اجازه رشد در طول فصل داده شد و نیمه دوم کرت با وجین دستی در طول فصل عاری از علف‌هرز نگاه‌داشته شد. درصد پوشش و درصد سبزشدن در مرحله اولیه از رشد گیاه و به‌روش مشاهده‌ای اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری صفات گیاه زراعی دو محل نمونه‌برداری در هر یک از کرت‌های با و بدون علف‌هرز مشخص شد. صفات مورفولوژیکی گیاه زراعی شامل (ارتفاع، تعداد شاخه‌های اصلی، تعداد شاخه‌های فرعی در دو مرحله فنولوژیکی II و III به ترتیب مرحله رشد رویشی و مرحله غده‌زایی (Johnson, 2008) و صفات فیزیولوژیکی شامل درصد کلروفیل و درصد جذب نور در مرحله III از رشد گیاه اندازه‌گیری شد. ارتفاع در هر محل نمونه‌برداری توسط متر از سطح زمین تا بالاترین برگ سبز اندازه‌گیری و سپس میانگین محاسبه شد. برای اندازه‌گیری شاخص

(Bertholdsson., 2012). پژوهش‌گران خصوصیتی از قبیل رشد اولیه بالا، سطح برگ بالا و ارتفاع بیش‌تر را مؤثر در افزایش توانایی رقابتی ارقام گندم گزارش کردند (Asif et al., 2014; Storkey et al., 2012; Deihimfard et al., 2006). ارتباط توانایی بازدارندگی بالای علف‌های هرز با قابلیت جذب PAR توسط Zhou et al. (2011) گزارش شده است.

در حال حاضر ارقام متعدد سیب‌زمینی در کشور از نظر سازگاری، حساسیت به بیماری‌ها و خصوصیات کمی و کیفی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند، که جا دارد این ارقام از جنبه رقابت با علف‌های هرز نیز بررسی شوند و صفات مؤثر بر توانایی رقابتی ارقام تعیین و در برنامه‌های اصلاحی و به‌نژادی مورد توجه قرار گیرند. این پژوهش با هدف ارزیابی توانایی رقابتی ارقام سیب‌زمینی در شرایط طبیعی و شناسایی ارقام رقیب و متحمل و بررسی ارتباط برخی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ارقام با توانایی رقابتی آنها انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌منظور بررسی توانایی رقابتی ۱۰ رقم سیب‌زمینی در سال ۱۳۹۵ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل واقع در ۱۰ کیلومتری شرق اردبیل (روستای آلاروق با مختصات جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه عرض جغرافیایی و ۴۸ درجه و ۱۵ دقیقه طول جغرافیایی و ارتفاع ۱۳۵۰ متر از سطح دریا) انجام شد. منطقه محل اجرای طرح دارای بافت خاک لومی رسی با PH=۷/۱، مواد آلی ۰/۹ درصد و EC=۱mmos و تیمارهای مورد مطالعه 10 رقم سیب‌زمینی (خاوران^۱، بانبا^۲، اسپریت^۳، آگریا^۴،

5. Marphona
6. Fontane
7. Lady
8. Satina
9. Savalan
10. Marphona(mutant)

1. Khavaran
2. Banba
3. Spirit
4. Agria

متوسط عملکرد همه ارقام در حضور علف هرز، Di تراکم علف‌های هرز مربوط به رقم i و \bar{D} متوسط تراکم علف‌های هرز در همه ارقام می‌باشد. در فرمول بالا به جای تراکم از وزن خشک علف‌های هرز استفاده شد. برای محاسبه شاخص حساسیت (SSI) از روابط (۴) و (۵) استفاده شد (Mohammaddust et al., 2014).

رابطه (۴) SI در این رابطه شدت تنش نامیده می‌شود

$$SI = 1 - (\bar{Y}_S) / (\bar{Y}_P)$$

رابطه (۵) $SSI = (1 - (Y_S) / (Y_P)) / SI$

در معادلات بالا \bar{Y}_S , Y_P , Y_S , \bar{Y}_P به ترتیب عملکرد هر رقم در حضور و عدم حضور علف‌های هرز و میانگین عملکرد همه ارقام در حضور و عدم حضور علف‌های هرز است. تجزیه‌های آماری با نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۶ و ۲۱) انجام و میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند. با توجه به نرمال بودن داده‌ها بر اساس آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، تبدیل داده انجام نشد.

۳. نتایج و بحث

۳.۱. تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز

علف‌های هرز تاج خروس خوابیده^۶، پیچک^۷، علف هفت بند^۸ و شیرین بیان^۹ به عنوان علف‌های هرز غالب مزرعه در طول فصل رشد شناسایی شدند. نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که اثر ارقام بر هر دو مؤلفه اندازه‌گیری شده علف‌های هرز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). تراکم علف‌های هرز از ۴۰ تا ۲۲۸ بوته در مترمربع در بین ارقام مورد مطالعه متفاوت بود. به این ترتیب که حداقل تراکم علف‌های هرز

سبزینگی پنج بوته از هر کرت به صورت تصادفی انتخاب شد و عدد کلروفیل سه نقطه از هر برگ از لایه‌های بالایی کانوپی با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج^۱ (مدل plas-502 ، کشور ژاپن) قرائت و سپس میانگین قرائت عدد کلروفیل سه نقطه به عنوان شاخص سبزینگی تک برگ و میانگین قرائت عدد کلروفیل سه برگ به عنوان شاخص سبزینگی تمام برگ‌ها محاسبه شد. درصد جذب نور توسط کانوپی با استفاده از دستگاه لوکس متر^۲ (مدل LX. 101T، کشور تایوان) و از رابطه (۱) محاسبه شد:

$$\text{Light interception} = \frac{(\text{above canopy-below canopy PAR})}{(\text{above canopy})} \times 100 \quad (1)$$

برای اندازه‌گیری تراکم و وزن خشک علف‌های هرز، دو واحد نمونه‌برداری در هر کرت به ابعاد ۶۰×۵۰ سانتی‌متر مشخص شد. در پایان فصل رشد علف‌های هرز از این واحدهای نمونه‌برداری جمع‌آوری و پس از شمارش با نگهداری در دمای ۷۵ درجه به مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس توزین شد. برای تعیین عملکرد غده، بوته‌های دو ردیف میانی از کرت‌های با و بدون علف‌هرز با رعایت حاشیه از سطحی معادل ۲/۸ مترمربع برداشت و غده‌های برداشت شده با قطر بیش‌تر از ۳۵ میلی‌متر جهت محاسبه عملکرد قابل فروش (Nouri et al., 2017) توزین شدند. شاخص تحمل (WITI)^۳ و رقابت (CI^۴) ارقام به ترتیب از روابط (۲) و (۳) محاسبه شد (Mohammaddust et al., 2014).

$$WITI = (Y_P)(Y_S) / (\bar{Y}_P)^2 \quad (2)$$

$$CI_d = (V_i / \bar{V}) / (D_i / \bar{D}) \quad (3)$$

V_i عملکرد رقم i در شرایط رقابت علف هرز، \bar{V}

5. Stress Susceptibility Index

6. Amaranthus blitoides S. Watson

7. Convolvulus arvensis L.

8. Polygonum aviculare L.

9. Glycyrrhiza glabra L.

1. SPAD

2. Lux Meter

3. Weed Interference Tolerance Index

4. Competitive Index

ارزیابی توانایی رقابتی ارقام سیب‌زمینی با علف‌های هرز

در ارقام بانبا، فونتانه و ساتینا و حداکثر تراکم علف‌های هرز در رقم ساوالان به‌دست آمد (جدول ۲). وزن خشک علف‌های هرز در ارقام بانبا، ساتینا و فونتانه کم‌تر از وزن خشک علف‌های هرز در سایر ارقام بود. بیش‌ترین وزن خشک علف‌های هرز در رقم اسپریت (۵۸۱/۹۸ گرم در مترمربع) به‌دست آمد. گزارش‌های متفاوتی در خصوص اثر ارقام سیب‌زمینی بر کاهش زیست‌توده علف‌های هرز وجود دارد (Colquhoun et al., 2009; Lazzaro et al., 2017). پژوهش‌ها نشان می‌دهد وزن خشک علف‌های هرز در مقایسه با تراکم مؤلفه بهتری برای ارزیابی واکنش ارقام به رقابت علف‌های هرز می‌باشد (Nourollahi et al., 2019). با توجه به غالبیت علف‌های هرز چندساله در مزرعه رابطه مستقیم‌تری بین تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز در این بررسی مشاهده شد. به‌طور کلی ارقام بانبا، فونتانه و ساتینا ارقام مطلوب‌تری نسبت به سایر ارقام موردبررسی بودند.

در ارقام بانبا، فونتانه و ساتینا و حداکثر تراکم علف‌های هرز در رقم ساوالان به‌دست آمد (جدول ۲). وزن خشک علف‌های هرز در ارقام بانبا، ساتینا و فونتانه کم‌تر از وزن خشک علف‌های هرز در سایر ارقام بود. بیش‌ترین وزن خشک علف‌های هرز در رقم اسپریت (۵۸۱/۹۸ گرم در مترمربع) به‌دست آمد. گزارش‌های متفاوتی در خصوص اثر ارقام سیب‌زمینی بر کاهش زیست‌توده علف‌های هرز وجود دارد (Colquhoun et al., 2009; Lazzaro et al., 2017).

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات علف‌های هرز، عملکرد قابل فروش و شاخص‌های رقابتی ارقام سیب‌زمینی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		عملکرد قابل فروش		صفات علف‌های هرز		رقم	
		شاخص رقابت	شاخص تحمل	بدون علف‌هرز	با علف‌هرز		وزن خشک
۳/۶۰۸**	۱/۲۱۱**	۱/۲۱۱**	۶۳/۶۹۳**	۱۹/۷۶۵**	۵۱۰۹۳/۶۳۸**	۱۲۰۱۷/۵۵۰**	۹
۰/۰۶۲ns	۰/۴۱۰ns	۰/۴۱۰ns	۵/۲۱۸ns	۰/۵۹۷ns	۱۹۷۰/۹۶۹ns	۴/۱۱۸ns	۲
۰/۵۲۹	۰/۱۷۹	۰/۱۷۹	۶/۲۸۲	۴/۴۲۴	۳۱۶۱/۸۱۲	۶۲۳/۱۵۸	۱۸
۷۳/۴۳	۵۶/۲۴	۵۶/۲۴	۲۹/۶۴	۲۲/۷۴	۳۶/۸۸	۵۱/۱۵	-

ns و **: به ترتیب نبود اختلاف معنی‌دار و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

جدول ۲. صفات علف‌های هرز، عملکرد قابل فروش و شاخص‌های رقابتی ارقام سیب‌زمینی

رقم *	صفات علف‌هرز		عملکرد قابل فروش		شاخص رقابت	شاخص تحمل	شاخص حساسیت
	تراکم	وزن خشک	با علف‌هرز	بدون علف‌هرز			
	(nm ²)	(gm ²)	(tonha ⁻¹)	(tonha ⁻¹)			
خاوران	۱۰۰/۰۰abcd	۳۶۵/۴۴bc	۱۱/۴۸abc	۱۴/۲۲ab	۰/۷۴b	۰/۸۰bcd	۱/۵۳abc
بانبا	۴۰/۰۰a	۱۷۳/۳۱a	۹/۴۷c	۱۲/۶۹ab	۱/۷۷ab	۰/۴۵d	۲/۱۸bcd
اسپریت	۱۶۹/۳۲def	۵۸۱/۹۸d	۱۱/۱۶bc	۱۳/۳۵ab	۰/۷۰b	۰/۵۸d	۱/۱۶abc
آگریا	۱۶۲/۶۱cdef	۴۹۷/۹۸cd	۱۵/۶۵ab	۲۷/۵۳a	۱/۰۱ab	۱/۸۹a	۳/۶۲d
مارفونا	۱۳۶/۰۰bcde	۲۸۸/۰۰b	۱۵/۵۵abc	۱۹/۲۰b	۰/۸۷ab	۱/۲۶b	۲/۱۲bcd
فونتانه	۵۸/۵۱a	۲۶۶/۱۷ab	۱۴/۲۰abc	۱۵/۹۳ab	۲/۱۳a	۰/۸۹bcd	۰/۸۸abc
لیدی	۱۹۸/۶۱ef	۳۴۰/۰۹bc	۱۱/۹۳abc	۱۴/۹۵ab	۰/۶۳b	۰/۶۷d	۱/۶۵abc
ساتینا	۶۸/۰۰ab	۲۳۲/۶۵ab	۱۷/۵۴a	۱۸/۸۴ab	۲/۱۶a	۱/۲۵bc	۰/۲۸ab
ساوالان	۲۲۸/۰۰f	۴۹۶/۶۹cd	۱۱/۹۱abc	۱۱/۶۲b	۰/۶۷a	۰/۵۹d	۰/۱۴a
مارفونا (موتانت)	۹۳/۲۸abc	۳۹۰/۱۲bc	۱۱/۲۳bc	۱۷/۰۸ab	۱/۰۵ab	۰/۶۹cd	۲/۸۴cd

* در هر ستون حروف مشابه بیان‌کننده عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد (آزمون دانکن $\alpha=0.05$).

۲.۳. عملکرد غده

ارقام سیب زمینی از نظر عملکرد غده در شرایط حضور و عدم حضور علف‌های هرز تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشتند (جدول ۲). در شرایط عاری از علف‌های هرز بیش‌ترین عملکرد در رقم آگریا (۲۹/۱۶) تن در هکتار) و در شرایط رقابت با علف‌های هرز بیش‌ترین عملکرد در رقم ساتینا (۱۹/۰۱) تن در هکتار) به دست آمد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اختلاف عملکرد در شرایط بدون رقابت و رقابت در ارقام مورد مطالعه بین ۰/۲ تا ۱۳/۳ تن در هکتار متغیر بود. این اختلاف می‌تواند ناشی از تفاوت ارقام در صفات مورفولوژیک یا فیزیولوژیک و تأثیر آنها بر کاهش تراکم و یا وزن خشک علف‌های هرز و یا تحمل آنها باشد (Deihimfaed et al., 2006; Mahajan et al., 2014; Altamas Arefin, 2018). طبق گزارش Watson et al. (2006) توانایی رقابتی ۱۹ رقم مختلف جو در برابر علف‌های هرز متفاوت بود. تداخل علف‌های هرز منجر به افت عملکرد بین ۶ تا ۷۹ درصد در ارقام شد و ارقام پاکوتاه توانایی رقابتی کم‌تری را داشتند. Abdollahi et al. (2014) گزارش کردند که عملکرد لاین‌های امیدبخش جو در شرایط مطلوب رشد در رقابت با علف‌های هرز متفاوت بود. کم‌ترین مقدار اختلاف بین عملکرد در دو شرایط رقابت و بدون رقابت در ارقام ساوالان و ساتینا و بیش‌ترین میزان اختلاف در رقم آگریا مشاهده شد. این نتیجه نشان می‌دهد که ارقام ساوالان و ساتینا در شرایط رقابت با علف‌های هرز از ثبات عملکرد بیش‌تری برخوردار هستند و توانایی تحمل رقابت بالاتری دارند. درحالی‌که رقم آگریا با وجود داشتن پتانسیل عملکرد بالا، در شرایط رقابت با علف‌های هرز افت عملکرد قابل توجهی (۸۴ درصد) داشته است، بنابراین این رقم برای حفظ عملکرد بالا نیاز به مراقبت بیش‌تری در برابر علف‌های هرز دارد. با وجود کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در رقم بانبا، این رقم کم‌ترین عملکرد را در

شرایط حضور علف‌های هرز داشت. Deihimfard et al. (2006) در بررسی توانایی رقابتی ارقام گندم با علف‌هرز منداب گزارش کردند که رقم قدیمی کرج ۲، با وجود کاهش بیوماس و تولید بذر علف‌هرز منداب، عملکرد پایینی را در شرایط عاری از علف‌هرز تولید کرد.

۳.۳. شاخص‌های رقابتی

در ارزیابی شاخص‌های تحمل و رقابت ارقام، شاخص تحمل علف‌های هرز (WITI) و شاخص رقابت (CI) مناسب‌تر از سایر شاخص‌ها گزارش شد (Mohammaddoust et al., 2014). ارقام سیب زمینی از نظر شاخص رقابت و تحمل و شاخص حساسیت (SSI) تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشتند (جدول ۳). بیش‌ترین میانگین شاخص تحمل علف‌های هرز در رقم آگریا (۱/۸۹) به دست آمد (جدول ۲). بالابودن این شاخص در رقم آگریا با توجه به وزن خشک و تراکم بالای علف‌های هرز در این رقم می‌تواند نتیجه کسب عملکرد بالا در شرایط رقابت و عدم رقابت با علف‌های هرز در مقایسه با سایر ارقام باشد.

طبق نتایج گروه بندی ارقام بر اساس مؤلفه‌های Yp، Ys و WITI ارقام آگریا، مارفونا و ساتینا در گروه A قرار گرفتند و به عنوان ارقام متحمل و دارای توانایی تحمل بالای رقابت علف‌های هرز معرفی شدند (شکل ۱). در واقع این ارقام نسبت به سایر ارقام ضمن داشتن عملکرد بالا در شرایط عاری از علف‌های هرز قادر به حفظ عملکرد خوب در شرایط رقابت با علف‌های هرز بودند. ارقام خاوران، ساوالان، اسپریت و بانبا دارای شاخص تحمل پایین و عملکرد ضعیف در شرایط حضور و عدم حضور علف‌های هرز نسبت به سایر ارقام بودند و به عنوان ارقامی که توانایی تحمل پایینی در برابر رقابت علف‌های هرز دارند در گروه D قرار گرفتند.

ارزیابی توانایی رقابتی ارقام سیب‌زمینی با علف‌های هرز

جدول ۳. تجزیه واریانس برخی صفات مورفولوژیکی ارقام سیب‌زمینی در شرایط رقابت و عدم رقابت با علف‌های هرز

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات											
		ارتفاع		ارتفاع اصلی		ساقه فرعی		ساقه اصلی		ساقه فرعی		قطر ساقه	
		S.II	S.III	S.II	S.III	S.II	S.III	S.II	S.III	S.II	S.III		
بدون علف‌های هرز	۲	۳۶۷۸**	۲۱/۸۲**	۱۱۴/۳۳**	۳۲۳/۱**	۳/۱۷**	۱/۳۰*	۲/۴۰*	۱/۸۴*	۱/۶۵**	۱/۰**	۱/۹**	
با علف‌های هرز	۹	۵/۸ns	۳/۴ns	۷/۱۱ns	۶۲/۴ns	۰/۲۲ns	۰/۳ns	۱/۳ns	۰/۶۴ns	۰/۱۳ns	۰/۲۶ns	۰/۹ns	
خطا	۱۸	۵/۱	۲۳	۲۹/۹	۲۲/۲۶	۰/۵۲	۰/۴۸	۰/۵۶	۰/۶۴	۰/۲۸	۰/۲۵	۰/۴	
ضریب تغییرات (%)	-	۸۱/۱۹	۱۵/۹۵	۲۱/۴۵	۱۲/۸۵	۳۳/۳۸	۲۵/۸۰	۴۰	۳۶/۹۹	۹۵/۲	۳۶/۱۲	۶/۵۱	

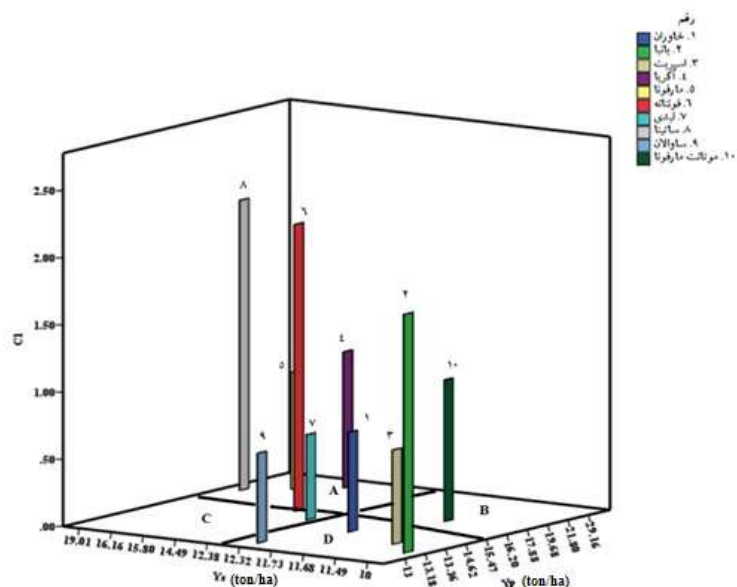
ns. * و **: به ترتیب نبود اختلاف معنی‌دار و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد. S.II: مرحله رشد رویشی سیب‌زمینی، S.III: مرحله غده‌زایی سیب‌زمینی.

رشد و نمو علف‌های هرز را نیز تحت تأثیر قرار دهند. رقم‌های ساوالان، خاوران، بانبا و اسپریت شاخص رقابتی کم‌تری داشتند و به‌عنوان ارقام ضعیف در گروه D قرار گرفتند. رقم آگریا با وجود حفظ عملکرد در حضور علف‌های هرز، به‌دلیل داشتن وزن خشک بالای علف‌های هرز دارای شاخص رقابتی پایین بوده و قابل‌توصیه در مدیریت اکولوژیک علف‌های هرز و برنامه‌های درازمدت کنترل علف‌های هرز نمی‌باشد.

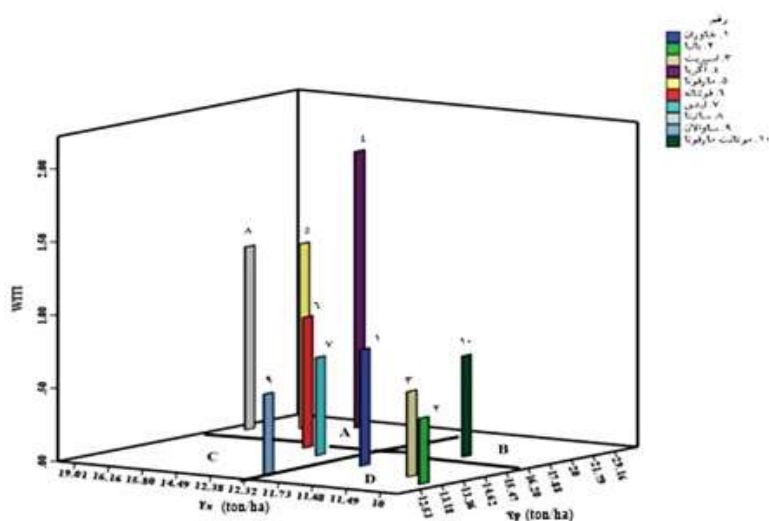
نتایج آزمایش نشان داد ارقام ساوالان و ساتینا به‌ترتیب دارای شاخص حساسیت ۰/۱۴ و ۰/۲۸ و نسبت به سایر ارقام حساسیت کم‌تری به رقابت علف‌های هرز داشتند و این نتیجه بیانگر توانایی این ارقام برای حفظ عملکرد مطلوب در شرایط حضور و عدم حضور علف‌های هرز و افت عملکرد کم‌تر این ارقام در شرایط رقابت با علف‌های هرز است. اثر ارقام بر عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط رقابت و عدم رقابت با علف‌های هرز و ارتباط توانایی بالای رقابتی ارقام با توانایی حفظ عملکرد مطلوب در هر دو شرایط حضور و عدم حضور علف‌های هرز گزارش شده است (Zare et al., 2012).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم ساتینا بیش‌ترین شاخص رقابتی (۵/۳۳) و بالعکس رقم اسپریت کم‌ترین شاخص رقابتی (۱/۲۶) را داشت (جدول ۲). این نتایج نشانگر توانایی زیاد رقم ساتینا در بازدارندگی علف‌های هرز است و می‌تواند در ارتباط با توانایی این رقم برای حفظ عملکرد در حضور علف‌های هرز و هم‌چنین توانایی آن در کاهش وزن خشک علف‌های هرز باشد. این نتیجه با یافته‌های Nourollahi et al. (2019) مبنی بر توانایی رقابتی بالای رقم ساتینا در مقایسه با ارقام کایزر، کنبیک، بانبا، مارکز، هرمس، دای‌فلا، ناتاشا و کلون امیدبخش ۱۴-۳۹۷۰۹۷ و تأثیر آن بر کاهش وزن خشک علف‌های هرز مطابقت دارد. کاهش زیست‌توده علف‌های هرز را در ارقام رقابتی‌تر سیب‌زمینی گزارش شده است (Bashiri-Majd et al., 2015).

در گروه‌بندی ارقام بر اساس مؤلفه‌های Yp، Ys و CI نیز رقم ساتینا همراه با ارقام آگریا و مارفونا به‌عنوان ارقام رقیب و دارای توانایی بازدارندگی بالای علف‌های هرز شناسایی شدند (شکل ۲). به‌عبارتی این ارقام ضمن حفظ عملکرد بالاتر شرایط حضور علف‌های هرز توانستند



شکل ۱. گروه‌بندی ارقام سیب‌زمینی بر اساس شاخص رقابت (CI)، عملکرد (تن در هکتار) در شرایط حضور علف‌های هرز (Ys) و عملکرد (تن در هکتار) در شرایط عدم حضور علف‌های هرز (Yp).



شکل ۲. گروه‌بندی ارقام سیب‌زمینی بر اساس شاخص تحمل (WITI)، عملکرد (تن در هکتار) در شرایط حضور علف‌های هرز (Ys) و عملکرد (تن در هکتار) در شرایط عدم حضور علف‌های هرز (Yp)

زراعی در هر دو شرایط رقابت و عدم رقابت با علف‌های هرز معنی‌دار بود (جدول‌های ۳ و ۴). مقایسات میانگین در هر دو شرایط با و بدون علف هرز بیانگر تفاوت ارقام از نظر

۳. ۴. صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه زراعی
نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایشی نشان داد اثر ارقام بر صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مورد مطالعه در گیاه

ارزیابی توانایی رقابتی ارقام سیب‌زمینی با علف‌های هرز

صفات مورد مطالعه بود (جدول‌های ۵ و ۶). صفات اندازه‌گیری شده در بین ارقام در دو شرایط حضور و عدم حضور علف‌های هرز کاهش یا افزایش داشت که شاید به دلیل خصوصیات مختلف رقم‌ها و یا رقابت باشد که از بین این صفات، مقادیر ارتفاع، تعداد ساقه‌های اصلی و فرعی در مراحل مختلف فنولوژیکی گیاه (استولون‌زایی و غده‌بندی) و قطر ساقه در اثر تداخل علف‌های هرز، به‌طور عمده کاهش داشتند. وجود چنین تفاوت‌هایی در یافته‌های تحقیقاتی، متخصصین را بر آن داشته است که به‌جای بررسی صفات به‌صورت مجزا، مجموعه‌ای از صفات اکوفیزیولوژیکی را در قالب یک صفت کامل با عنوان ساختار کانوپی گیاه زراعی در تعیین تفاوت‌های رقابتی ارقام در نظر بگیرند (Awan *et al.*, 2014; Dunea, 2018; Fradgley *et al.*, 2014).

سیب‌زمینی که زود سبز شده و دارای سرعت رشد اولیه بیش‌تری و کانوپی متراکم‌تری هستند کم‌تر تحت تأثیر علف‌های هرز قرار می‌گیرند و نسبت به سایر ارقام دارای توانایی رقابتی بیش‌تری هستند (Hutchinson *et al.*, 2011). در پژوهش حاضر از همبستگی صفات اندازه‌گیری شده با شاخص‌های رقابتی در حضور علف‌های هرز جهت شناسایی صفت مؤثر بر توانایی رقابتی ارقام استفاده شد (جدول ۷). نتایج همبستگی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی سیب‌زمینی با عملکرد، درصد افت عملکرد و شاخص‌های تحمل و رقابت در شرایط حضور علف‌های هرز نشان داد از بین صفات اندازه‌گیری شده تعداد ساقه‌های اصلی و فرعی در مرحله غده‌بندی و قطر ساقه با شاخص رقابت همبستگی مثبت معنی‌داری داشت.

جدول ۵. میانگین صفات مورفولوژیکی ارقام سیب‌زمینی در شرایط رقابت و عدم رقابت با علف‌های هرز

رقم	ارتفاع S.II (cm)	ارتفاع S.III (cm)	ساقه اصلی S.II (nplant ⁻¹)	ساقه اصلی S.III (nplant ⁻¹)	ساقه فرعی S.II (nplant ⁻¹)	ساقه فرعی S.III (nplant ⁻¹)	قطر ساقه (mm)
خاوران	۲۲/۸c	۲۲/۳de	۴/۲bc	۳/۵	۱/۷b	۲/۳	۱۴/۷abc
بانبا	۲۱/۲bc	۱۶/۲abc	۱/۷c	۲/۳	۲/۰b	۳/۳	۱۵/۸a
اسپریت	۱۸/۳abc	۱۸/۲c	۳۳/۳a	۲/۵	۲/۷abc	۲/۷	۱۵/۰ab
آگریا	۱۶/۳ab	۱۸/۲c	۶۴/۰de	۴/۲	۳/۷abc	۳/۷	۱۳/۸bc
مارفونا	۱۴/۷a	۱۴/۵ab	۶۴/۰c	۳/۵	۲/۸bc	۳/۰	۱۳/۷bc
فونتانه	۲۰/۲bc	۲۴/۰e	۵۰/۳abc	۳/۲	۲/۷bc	۴/۰	۱۴/۳abc
لیدی	۲۲/۰c	۱۹/۷cd	۶۰/۰abc	۲/۵	۳/۰bc	۱/۷	۱۴/۴abc
ساتینا	۱۶/۲ab	۱۲/۷a	۶۱/۷bcde	۳/۷	۳/۲bc	۴/۷a	۱۵/۳ab
ساوالان	۱۸/۳abc	۱۷/۵bc	۶۶/۷e	۳/۸	۴/۲ab	۲/۷	۱۳/۱c
مارفونا (موتانت)	۱۷/۸abc	۱۶/۵bc	۵۹/۸abc	۴/۰	۵/۵a	۲/۳	۱۴/۴abc

در هر ستون حروف مشابه بیان‌کننده عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد (آزمون دانکن $\alpha=0/05$).

جدول ۶. میانگین خصوصیات فیزیولوژیکی ارقام سیب زمینی در شرایط رقابت و عدم رقابت با علف‌های هرز

رقم	درصد سبزشدن	درصد پوشش	درصد جذب نور		قرائت کلروفیل	
			با علف‌های هرز	بدون علف‌های هرز	با علف‌های هرز	بدون علف‌های هرز
خاوران	۸۶/۷ab	۳۳/۴ab	۹۰/۵cd	۹۵/۶ab	۵۲/۲ab	۵۶/۳ab
بانبا	۶۶/۷b	۵۰/۰ abc	۹۶/۷ab	۸۷/۷b	۵۵/۶ab	۵۴/۳ab
اسپریت	۵۵/۰c	e۸۰/۳	۹۶/۱abc	۹۴/۱ab	۳۹/۴b	۵۲/۷ab
آگریا	abc۷۵/۰	de۷۳/۳	۹۳/۴abcd	۹۰/۴ab	۵۹/۹ab	۵۴/۲ab
مارفونا	c۵۳/۳	۶۱/۷bcd	۹۰/۹bcd	۹۱/۸ab	۵۸/۳ab	۵۴/۹ab
فونتانه	a۹۶/۷	abc۵۰/۰	۸۹/۰c	۹۰/۶ab	۵۲/۶ab	۴۲/۱b
لیدی	۹۵/۰a	۳۵/۰a	۹۲/۵abcd	۹۸/۸a	۵۵/۷ab	۵۰/۸ab
ساتینا	۹۰/۰a	cd۶۶/۳	۹۵/۲abc	۹۴/۴b	۶۶/۳a	۵۴/۵۷ab
ساوالان	a۹۳/۳	۶۶/۷cd	۹۷/۷a	۹۲/۱b	۶۴/۰a	۴۶/۵۷ab
مارفونا (موتانت)	۸۰/۰ab	ab۴۳/۳	۷۶/۴d	۹۷/۰ab	۵۲/۳ab	۵۸/۲a

* - در هر ستون حروف مشابه بیان‌کننده عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد (آزمون دانکن $\alpha=0/05$).

تعداد ساقه‌های اصلی در این مرحله بیش‌تر مرتبط با توانایی بازدارندگی علف‌های هرز بود و ارتباط معنی‌داری با شاخص رقابتی (CI) ارقام داشت. این موضوع می‌تواند ناشی از بالا رفتن توان گیاه زراعی در جذب تشعشع فعال فتوسنتزی در اثر افزایش تعداد ساقه‌های اصلی باشد. در بررسی صفات اندازه‌گیری شده به‌طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد ارقامی که زود جوانه زده و توانستند ساختار کانوپی خود را در شرایط حضور علف‌های هرز حفظ نمایند از توانایی رقابتی بالاتری برخوردار بودند. بررسی‌های مشابهی در خصوص رابطه بین صفات مرتبط با عادت رشدی غلات (گندم، جو، یولاف) از جمله ارتفاع و قدرت پنجه‌زنی و ارتباط آن با توانایی رقابتی ارقام مختلف انجام شده است (Andrew et al., 2014). Colquhoun et al. (2009) در بررسی توانایی رقابتی تعدادی از ارقام سیب‌زمینی با علف‌های هرز دریافتند ارقامی که کانوپی متراکم‌تر داشتند در جذب مقادیر بالای PAR موفق‌تر بودند و نسبت به سایر ارقام مورد بررسی توانایی تحمل رقابتی بیش‌تری داشتند.

درحالی‌که شاخص تحمل همبستگی مثبت معنی‌داری با قطر ساقه و تعداد ساقه‌های فرعی در مرحله غده‌بندی نشان داد. در مطالعه صفات مرتبط با توانایی رقابتی ارقام، ارتفاع بیش‌تر مورد توجه بوده است. با این‌حال، با وجود نقش واضح ارتفاع در سایه‌اندازی بر علف‌های هرز، این صفت به تنهایی قادر به توضیح تفاوت در توانایی رقابتی ارقام نیست (Andrew et al., 2015). ارتباط توانایی بالای رقابتی ارقام سیب‌زمینی با تولید زود هنگام زیست‌توده اندام‌های هوایی، ارتفاع و زیست‌توده نهایی اندام‌های زیرزمینی گزارش شده است (Cavalieri et al., 2018). هم‌چنین نتایج نشان داد قطر ساقه گیاه زراعی همبستگی منفی معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد با زیست‌توده علف‌های هرز داشت. طبق داده‌های جدول همبستگی تعداد ساقه سیب‌زمینی در ارتباط با شاخص‌های تحمل و رقابت ارقام بوده است. تعداد ساقه‌های جانبی بیش‌تر در مرحله غده‌بندی از طریق تأثیر بر حفظ عملکرد در حضور علف‌های هرز به‌عنوان صفت بیانگر تحمل ارقام به علف‌های هرز در این مطالعه شناسایی شد.

جدول ۷. ضرایب همبستگی ساده میانگین صفات مورفوفیزیولوژیکی و شاخص‌های تحمل و رقابت ارقام سیب‌زمینی

صفات	عملکرد	افت عملکرد	تراکم علف‌های هرز	وزن خشک علف‌های هرز	CI	WITI
درصد جذب نور	۰/۰۱	-۰/۳۳	۰/۳۷*	۰/۱۷	-۰/۲۴	۰/۰۳
قرائت کلروفیل	۰/۲۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۲۶	-۰/۱۲	۰/۰۲
قطر ساقه	۰/۳۷*	-۰/۰۶	-۰/۲۹	-۰/۵۲**	۰/۴۵*	۰/۴۰*
ارتفاع II	۰/۵۶**	۰/۱۳-	-۰/۱۲	-۰/۰۱	-۰/۱۳	-۰/۵۵*
تعداد ساقه اصلی II	۰/۰۳	۰/۳۴	۰/۱۸	۰/۲۴	-۰/۱۹	-۰/۰۱
تعداد ساقه فرعی II	۰/۱۳	۰/۶۳**	-۰/۰۴	۰/۰۱	-۰/۰۱	۰/۱۰
ارتفاع III	۰/۳۴	۰/۲۷	۰/۴۰*	-۰/۰۱	-۰/۲۱	۰/۳۱
تعداد ساقه اصلی III	۰/۳۵	-۰/۰۲	۰/۲۴	-۰/۰۷	۰/۴۵*	۰/۳۵
تعداد ساقه فرعی III	۰/۵۵**	۰/۳۷*	-۰/۳۰	-۰/۳۷	۰/۳۸*	۰/۵۷*

ns، * و **: به ترتیب نبود اختلاف معنی‌دار و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

۴. نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، نتایج این بررسی نشان داد رقم ساتینا از نظر رقابت با علف‌های هرز نسبت به سایر ارقام برتری قابل‌توجهی داشت و دارای بالاترین شاخص رقابت (CI) بود. این رقم ضمن حفظ عملکرد مطلوب در حضور علف‌های هرز، وزن خشک علف‌های هرز را نسبت به رقم اسپریت به‌عنوان یک رقم ضعیف در رقابت با علف‌های هرز به میزان دو برابر بیش‌تر کاهش داد. با توجه به داده‌های این پژوهش، می‌توان گفت رقم ساتینا نسبت به سایر ارقام از شاخص حساسیت (SSI) کم‌تر و با ثبات‌تری به علف‌های هرز برخوردار بوده و به‌عنوان یک رقم سازگار برای کشت در منطقه اردبیل در برنامه‌های مدیریت اکولوژیک علف‌های هرز توصیه می‌شود.

۵. تشکر و قدردانی

از مسئولین محترم دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی و سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل به‌خاطر فراهم‌سازی بستر این پژوهش و اجرای تحقیقات مزرعه‌ای، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۶. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۷. منابع

- Abdollahi, A., Moradi, KH., & Mohammadi, R. (2014). Evaluation of competitive ability of promising barley genotypes at different seeding rates under rainfed condition. *Journal of agricultural science of sustainable production*, 24(3), 97-109.
- Abdollahi, F., & Mohammaddust-Chamanabad, H. R. (2017). The competitive response investigation of 18 wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars with wild mustard (*Sinapis arvensis*). *Plant Protection*, 30, 629-638.
- Altamas Arefin, M. d., Rashedur Rahman, M. D. M., Atikur Rahman, A. N., & Mominul Islam, A. K. M. (2018). Weed competitiveness of winter rice (*Oryza sativa* L.) under modified aerobic system. *Archives of Agriculture and Environmental Science*, 3(1), 1-14.
- Andrew, I. K. S., Storkey, J., & Sparkes, D. L. (2015). A review of potential for competitive cereal cultivars as a tool in integrated weed management. *Journal of Weed Research*, 55(3), 239-248. <http://doi.org/10.1111.wre.12137>
- Asif, M., Iqbel, M., Randhawa, H., & Spaner, D. (2014). Managing & breeding wheat for organic systems (enhancing competitiveness against weeds). *SpringerBriefs in Agriculture*. <http://doi.org/10.1007/978-3-319-05002-7>

- Awan, T. H., A. Lim, CH. A, Ahmed, SH, Safdar, M. E., & Chauhan, B. S. (2018). Weed competitive ability of a hybrid and an inbred rice cultivar in managing *Ischaemum rugosum* in dry-seeded rice. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 55(4), 739-748. DOI: 10.21162/PAKJAS/18.5059
- Bashiri-Majd, M. (2015). Evaluation of potato cultivars response to weed competition. Master's Thesis, BuAli Sina University, Hamedan, Iran. Available: <http://ganj-old-irandoc.ac.ir/articles/903685>
- Bertholdsson, N. O. (2012). Use of multivariate statistics to separate allelopathic and competitive factors influencing weed suppression ability in winter wheat. *Journal of Weed Research*, 51(3), 273-283. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2011.00844.x>
- Cavalieri, A., Paolini, R., & Mirabelli, C. Yield and competitive ability in potato cultivars characterized by different developmental timing. (2018). *Journal of Weed Research*, 58(2), 121-130. <https://doi.org/10.1111/wre.12293>.
- Colquhoun, J. B., Konieczka, Ch. M., & Rittmeyer, R. A. (2009). Ability of potato cultivars to tolerate and suppress weeds. *Journal of Weed Technology*, 23, 287-291. <http://doi.org/10.1614/WT-08-062.1>
- Cory, E. J., Eric, N. J., Miles, F. D., & Christian, J. W. (2016). Evaluating the competitive ability of semi leafless field pea cultivars. *Journal of Weed Science*, 64(1), 137-145. <https://doi.org/10.1614/WS-D-15-00113.1>
- Deihimfard, R., Hejazi, A., Zand, E., Baghestani, M., Akbari, GH., & Soufizadeh, H. (2006). Comparing the competitive ability of old and new wheat cultivars against Rocket. *Iranian Journal of weed science*, 2(1) 53-68.
- Dunea, D. (2018). Plant competition in cropping systems. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.78342>
- FAOSTAT. (2017). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved from <http://www.faostat.org>.
- Fasoula, D., & Fasoula A. V. (2010). Competitive ability and plant breeding, Plant breeding reviews. (Vol. 14, pp. 89 – 138). DOI: 10.1002/9780470650073
- Fradgley, N., Creissen H., Howlett, S., Pearce, H., & Girling, R. (2014). Applications of crop competitive ability in winter oats (*Avena sativa* L.) Weed tolerance and suppressive ability in organic and low input systems. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/267203734>. DOI: 10.13140/2.1.1431.8082
- Gealy, D. R., & Yan, W. (2012). Weed suppression potential of Rondo and other indica rice germplasm lines. *Journal of Weed Technology*, 26 (3), 524-527. <https://doi.org/10.1614/WT-D-11-00141.1>
- Hutchinson, P. J. S., Beutler B. R., & Farr, JN. (2011). Hairy nightshade (*Solanum sarrachoides* L.) competition with two potato varieties. *Journal of weed science*, 59(1), 37-42. <https://doi.org/10.1614/WS-D-10-00003.1>
- IRANSTAT. (2017). Statistical center of Iran. Retrieved from <http://www.amar.org.ir>. (In Persian)
- Johnson, D. A. (2008). Potato health management. (2th ed.), American phytopathological society, St Paul, Minnesota, USA, 261 p.
- Kazemi, M., Bannayan, M., & Ghorbani, R. (2017). Quantitative analysis of food security in Khorasan razavi province based on potato production. *Applied Field Crop Research*, 29(3), 63-75. <https://doi.org/10.22092/AJ.2016.112699>. (In Persian)
- Kholgani, J. (2010). Research strategic plan for weed management. Iranian research institute of plant protection. (Lend ed.), Iran, pp. 457. (In Persian)
- Kong, C. H., Chean, X. H., Hu, F., & Zhang, S. Z. (2011). Breeding of commercially acceptable allelopathic rice in China. *Journal of Pest Management Science*, 67(9), 1100-1106. <https://doi.org/10.1002/ps.2154>
- Mahajan, G., Ramesha, M. S., Bhagirath, S., & Chauhan, B. S. (2014). Response of rice Genotypes to weed competition in dry direct-seeded rice in India. Retrieved from <https://www.hindawi.com/journals/tswj/2014/641589>
- Mohammaddust-Chamanabad, H. R., Bakhshi, M., & Mohammadnia, SH. (2014). Evaluation of weed tolerance and competition indices of wheat genotypes. *Iranian Journal of Weed Science*, 10(2), 155-166.
- Nourollahi, F., Mohammaddust-Chamanabad, H. R., Hasanpanah, D., & Anvar, M. (2019). Evaluating the competitive ability of potato cultivars with weeds. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(4), 8835-8845. http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1704_88358845
- Nouri, A. L., Nezami, A., Kafi, M., & Hasanpanah, D. (2017). Evaluation of water deficit tolerance of 10 potato cultivars based on some physiological traits and tuber yield in Ardabil region. *Journal of crop ecophysiology*, 10(1), 243-268.
- Storkey, J., Meyer, S., Still, K. S., & Leuschner, C. (2012). The impact of agricultural intensification and land-use change on the European arable flora. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1732), 1421-1429. <https://doi.org/10.1098/rspb.2011.1686>

- Watson, P. R., Derksen, D. A., & Van Acker, R. C. (2006). The ability of 19 barely cultivars to compete and weedstand competition. *Journal of weed science*, 54(4), 783-792. <https://doi.org/10.1614/WS-05-020R3.1>
- Westwood, J. H., Charudattan, R., Duke, S. O., Fennimore, S. A., Marrone, P., Slaughter, D. C., Swanton, C., & Zollinger, R. (2018). Weed management in 2050: Perspectives on the future of weed science, *Journal of Weed Science*, 66(3), 275-285. <https://doi.org/10.1017/wsc.2017.78>
- Worthington, M., & Reberg-Horton, C. (2013). Breeding cereal crops for enhanced weed suppression: optimizing allelopathy and competitive ability. *Journal of Chemical Ecology*, 39(2), 213-231. <https://doi.org/10.1007/s10886-013-0247-6>
- Zare, M., Bazrafshan, F., & Mostafavi, K. (2012). Competition of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars with weeds. *African Journal of Biotechnology*, 11(6), 1378-1385. <https://dx.doi.org/10.5897/AJB11.1909>
- Zhou, X. B., Chen, Y. H., & Ouyang, Z. (2011). Row spacing effect on leaf area development, light interception, crop growth and grain yield of summer soybean crops in Northern China. *African Journal of Agriculture Research*, 6(6), 1430-1437. <https://doi.org/10.5897/AJAR10.371>