

مطالعه اثر برهمکنش علف کش و اسید هیومیک در کنترل آزولا به منظور افزایش عملکرد برنج (*Oryza Sativa*)

احسان اله جلیلی^{۱*} و فراز گنج آبادی^۲

۱- دانشجوی دکتری گروه زراعت و کارشناس ارشد حفظ نباتات مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان اشتهارد ۲- دانشجوی دکتری گروه زراعت، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی
(تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۱۳ - تاریخ پذیرش: ۹۶/۸/۶)

چکیده

در راستای افزایش عملکرد برنج در اثر برهمکنش علف کش و اسید هیومیک در کنترل آزولا، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۵ در استان مازندران (آمل) اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل پنج سطح علف کش (توفوردی ۷۲SL٪، یو ۴۶ دیفلوئید، بنسولفورون متیل ۶۰DF٪ (لونداکس)، بنتازون ۴۸SL٪ (بازاگران)، اکسادیارژل ۳EC٪ (تاپ استار) و شاهد عدم مصرف علف کش) و سه سطح اسید هیومیک (۱۲ لیتر در هکتار، ۶ لیتر در هکتار و شاهد عدم مصرف اسید هیومیک) بود. نتایج نشان داد که اثر ساده کاربرد علف کش و اسید هیومیک در تمام صفات مورد اندازه‌گیری معنی‌دار بود. همچنین تعداد پنجه در بوته، طول خوشه، وزن تر آزولا و عملکرد دانه، تحت تأثیر برهمکنش علف کش و اسید هیومیک قرار گرفت به طوری که کمترین وزن تر آزولا (۱۱۵/۳۳ گرم در متر مربع) در تیمار اثر متقابل علف کش اکسادیارژل و اسید هیومیک ۱۲ لیتر در هکتار بود و بیشترین عملکرد دانه (۶۸۷۱ کیلوگرم در هکتار) نیز در این تیمار مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: آزولا، اکسادیارژل، بنسولفورون متیل، اسید هیومیک.

The Interaction of Herbicide and Humic Acid on Azolla Control to Enhance the Yield of Rice (*Oryza sativa*)

Ehsanollah Jalili¹ and Farnaz Ganjabadi²

1-Plant Protection, Agriculture Jihad of Eshtehard, Alborz Province. 2- Ph.D., Department of Agriculture, Shahr-e-Quds, Islamic Azad University.
(Received: June. 3, 2016 - Accepted: Dec. 28, 2017)

ABSTRACT

To increase the rice yield by the interaction of herbicides and humic acid on Azolla control, an experiment was conducted in Amol, Mazandaran, in 2016 as a factorial experiment in randomized complete block design with three replications. Treatments consisted of herbicides application in five levels: 2-4-D SL72%, Bensulfuron methyl DF60% (Londax), bentazon SL48% (Bazagran), Oxadiargyl EC3% (Top Star) and control, and humic acid at three levels: 12, 6 and 0 lit/h (control, no humic acid). The results of this study showed that the simple effect of application of herbicides and humic acid on all traits was significant. Also, tillers number, panicle length, Azolla weight and rice yield were affected by the interaction of herbicides and humic acid. The lowest Azolla weight (115.33 g m⁻²) was obtained by the interaction of Oxadiargyl and 12 litha-humic acid, and the highest grain yield (6871 Kg ha⁻¹) was also observed in the same treatment.

Key words: Azolla, Oxadiargyl, Bensulfuron methyl, humic acid.

مقدمه

برنج (*Oryza Sativa*) یک ماده غذایی بسیار ارزشمند و در عین حال، مهم‌ترین محصول غله در کشورهای در حال توسعه است و پس از گندم، پر مصرف‌ترین محصول کشاورزی می‌باشد به طوری که گندم و برنج، در مجموع حدود ۴۰٪ از انرژی مصرفی انسان را تشکیل می‌دهند (Dowling et al., 1998). در سال ۲۰۱۶، سازمان خواروبار و کشاورزی (فائو)، برنج را با تولید سالانه حدود ۵۰۰/۶ میلیون تن، به عنوان یکی از مهم‌ترین غلات در جهان معرفی کرد (FAO, 2016). آزولا گیاهی از شاخه نهانزادان آوندی (Pteridophyta)، کلاس فیلیکوپسیدا (Filicopsida) و رده سالوینالز (Salvinales) می‌باشد. این گیاه در سال ۱۷۸۳ بوسیله لامارک شناسایی شد و در تیره سالویناسه (Salvinaceae) جای داده شد ولی بعداً توسط گیاه‌شناسان، در تیره ای مجزا و تک جنسی بنام آزولاسه (Azollaceae) قرار گرفت (Holm et al., 1997). هم اکنون این گیاه در کشور، در اکثر مانداب‌های شمالی کشور نظیر مرداب انزلی و آستارا رها شده است به طوری که فرشی از آزولا، سطح بسیار گسترده‌ای از این مناطق را فراگرفته است و سبب بهم خوردن زیست‌بوم‌های این مناطق شده است به گونه‌ای که هر سال شاهد مرگ بسیاری از آبزیان این مناطق می‌باشیم. این گیاه در مزارع برنج شمال کشور نیز به یک علف‌هرز سمج تبدیل شده است به طوری که به عنوان معضل جدی این مناطق به شمار می‌رود (Baghestani et al., 2010).

علف‌های هرز به عنوان یک عامل تهدید کننده کشاورزی، گیاهانی با قدرت رقابتی بالا هستند که با سماجت، خودشان را با سیستم زراعی سازگار می‌کنند و باعث کاهش محصول و زیان اقتصادی می‌شوند. به علت مشکلات زیادی که سموم شیمیایی در اکوسیستم‌های آبی برای آبزیان ایجاد می‌کنند، کنترل شیمیایی آزولا در مزرعه برنج چندان موفقیت آمیز نبوده است و راه‌های عملی مفیدی تاکنون به دست نیامده

است. برخی منابع، سم توفوردی را برای کنترل این علف‌هرز در مزارع برنج توصیه کرده‌اند. علاوه بر آن، مصرف حدود دو لیتر فرم تجارته توفوردی، به اضافه یک لیتر مواد پاک کننده مایع همراه با ۲۰۰ لیتر آب در هکتار توانسته است نوعی آزولا (*Azolla caroliniana*) را در برخی از رودخانه‌ها و مانداب‌های ایالات متحده کنترل نماید (Francisco et al., 2002). همچنین، مصرف علف‌کش دای‌کوات (ریوارد) به مقدار چهار لیتر در هکتار همراه با یک لیتر مویان غیر یونی نیز در کنترل این گونه مؤثر بوده است (Anonymous, 2002). در گزارشات دیگر نیز آمده است که کاربرد علف‌کش گلیفوسیت (راندآپ) به میزان پنج لیتر در هکتار از فرم تجارته، همراه با ۷ تا ۸ کیلوگرم سولفات آمونیوم، در کنترل این گیاه در استخرها، آب‌بندها و کانال‌ها مؤثر می‌باشد. در این موارد، تکرار سمپاشی در صورت لزوم توصیه شده است. مهم‌ترین اقدامات زراعی که می‌تواند از خسارت و پیشرفت آزولا در مزارع برنج جلوگیری نماید عبارتند از: استفاده از نشاء‌های بلند در شالیزارها و کاهش میزان مصرف کود فسفر؛ همچنین، به محض گرفتن آب از آزولا، این گیاه به سرعت از بین می‌رود؛ بنابراین، تسطیح مرزعه تا حد ممکن و کاهش عمق آب مزرعه، به طوری که آزولا به سطح خاک بچسبد، باعث کاهش و حتی از بین بردن این گیاه می‌شود. بالا بردن میزان مصرف کود نیتروژن نیز می‌تواند آزولا را تا حدی کنترل کند (Francisco et al., 2002). در کشور ما، به دلیل جدید بودن این علف‌هرز، مطالعه چندانی در زمینه کنترل شیمیایی آن صورت نگرفته است (Baghestani et al., 2010). کاربرد اسید هیومیک در تولید محصولات زراعی، به دلایل داشتن پتانسیل بالا در استفاده اکولوژیک و قابلیت بالای آن در تنظیم نیتروژن و مقاوم کردن گیاه در برابر آفات و نیز افزایش رشد گیاه، دارای اهمیت بسیار فراوانی است. اسید هیومیک با افزایش نفوذپذیری دیواره سلولی و نیز، با تسریع در تولید پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک در درون سلول و همچنین با مکانیسم‌های متعدد دیگری که هنوز کاملاً درک نشده‌اند، به

رشد و تکثیر نباتات کمک می‌کند. اسیدهای هیومیک از جمله مواد آلی هستند که قسمت عمده کربن آلی محلول موجود در محیط‌های آبی را تشکیل می‌دهند (Crittenden *et al.*, 2005). برای کاهش خسارت این علف‌هرز باید از روش‌های مدیریت تلفیقی استفاده نمود. این آزمایش با هدف بررسی تأثیر اسید هیومیک و علف‌کش در کنترل و کاهش خسارت آزولا در مزارع برنج انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل تیمار علف‌کش (H) در پنج سطح: (H1) توفوردی ۷۲SL٪ (یو ۶۶ دیفلوئید) به میزان دو لیتر در هکتار در مرحله ۵-۷ برگی برنج، (H2) بنسولفورون متیل ۶۰DF٪ (لونداکس) به میزان ۷۵ گرم در هکتار در مرحله سه برگی برنج، (H3) بنتازون ۴۸SL٪ (بازاگران) به میزان پنج لیتر در هکتار در مرحله ۵-۷ برگی برنج، (H4) اکسادیارژل ۳EC٪ (تاپ استار) به میزان سه لیتر در هکتار هفت روز بعد از نشاء و (H5) شاهد (عدم مصرف علف‌کش) و تیمار اسید هیومیک (A) در سه سطح: (A1) اسید هیومیک به میزان شش لیتر در هکتار، (A2) اسید هیومیک به میزان ۱۲ لیتر در هکتار و (A3) شاهد (عدم مصرف اسید هیومیک) بود و محلول پاشی ۲۰ روز بعد از نشاء صورت گرفت. در فروردین سال ۱۳۹۵ زمینی در اراضی بخش دابودشت (رئیس آباد) واقع در استان مازندران (آمل) با ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه عرض شمالی، ۵۲ درجه و ۲۱ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۷۶ متر از سطح دریا، بوسیله گاواهن برگردان دار شخم زده شد و برای اجرای طرح آماده گردید. مشخصات محیطی و برنامه عملیاتی در جدول ۱ آورده شده است..

عملیات کاشت کرت‌ها در بهار، پس از آماده‌سازی زمین و بستر بذر، انجام شد. ابعاد هر کرت آزمایش دو در چهار متر و تراکم برنج (رقم سنگ طارم)، سه نشاء در هر کپه و به فاصله ۲۰×۲۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. سایر عملیات کاشت و داشت بر اساس عرف منطقه صورت گرفت و میزان کود مورد نیاز، بر اساس آزمایش خاک و توصیه های آزمایشگاه خاک شناسی تعیین شد. کود نیتروژن از منبع اوره به میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار و در سه نوبت استفاده شد که ۲۵٪ آن، سه روز قبل از نشاء، ۵۰٪، پانزده روز بعد از نشاء و ۲۵٪ در زمان شروع تشکیل پانیکول به گیاه داده شد. کود پتاس به میزان ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار به عنوان کود پایه، سه روز قبل از نشاء به زمین داده شد. پس از مصرف کودهای پایه، عملیات ماله‌زنی و تسطیح انجام شد. پس از نشاء‌کاری، تمامی کرت‌های آزمایش به صورت مصنوعی و با ۱۲۰ گرم وزن تازه آزولا آلوده شدند. برای نشان دادن تأثیر تیمارها بر روی آزولا، هر چهارده روز یک بار علف‌های هرز تمامی کرت‌ها به صورت وجین دستی حذف شدند و به منظور بررسی روند کنترل آزولا، اوایل تیر ماه سال ۹۵، از سطحی معادل یک متر مربع (چهار کوادرات به ابعاد ۲۵ در ۱۰۰ سانتی متر در چهار نقطه هر کرت) نمونه برداری به طور تصادفی انجام شد. سپس برای اندازه‌گیری وزن تر، نمونه‌ها وزن شدند. در پایان دوره رشد، به منظور بررسی تأثیر تیمارها بر عملکرد و صفات مورد بررسی، از هر کرت آزمایشی، یک متر مربع با رعایت حاشیه به طور تصادفی انتخاب شد و پس از برداشت، صفاتی از قبیل تعداد پنجه در بوته، طول برگ پرچم، ارتفاع بوته، طول خوشه، تعداد دانه در خوشه، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت اندازه‌گیری شد. اطلاعات جمع‌آوری شده پس از انجام تجزیه آماری مناسب در نرم افزار SPSS Statistics 22 مورد تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد؛ برای رسم نمودار از نرم افزار Excel 2010 استفاده شد.

رشد و تکثیر نباتات کمک می‌کند. اسیدهای هیومیک از جمله مواد آلی هستند که قسمت عمده کربن آلی محلول موجود در محیط‌های آبی را تشکیل می‌دهند (Crittenden *et al.*, 2005). برای کاهش خسارت این علف‌هرز باید از روش‌های مدیریت تلفیقی استفاده نمود. این آزمایش با هدف بررسی تأثیر اسید هیومیک و علف‌کش در کنترل و کاهش خسارت آزولا در مزارع برنج انجام شد.

جدول ۱- اطلاعات مربوط منطقه اجرای طرح و ویژگی های خاک

Table 1. [nformation on the project area and soil characteristics

Soil texture	OM %	EC dS/m2	pH	N %	K Ppm	P ppm	Date of harvest	Planting date	Climate	Area
Clay	2.23	0.91	7.30	0.09	136	15.30	Sep 2016	Apr 2016	mild and humid	Amol

نتایج و بحث

زیاد علف‌هرز و به دنبال آن رقابت شدید با گیاه زراعی برای منابع موجود، موجب کاهش شدید ارتفاع خواهد شد. همانگونه که اسلام و همکاران (Islam et al., 2003) مشاهده نمودند، در شرایطی که هیچ‌گونه رقابتی بین برنج و علف‌هرز وجود نداشته باشد، ارتفاع برنج افزایش می‌یابد اما با وجود علف‌هرز، ارتفاع برنج کاهش محسوسی از خود نشان داد. داستان و همکاران (Dastan et al., 2011) نیز گزارش کردند که ارتفاع برنج در تیمار کنترل علف‌هرز، ۲/۴۴ درصد بیشتر نسبت به تیمار بدون کنترل علف‌هرز بود. گزارش‌های متعددی در مورد توانایی اسید هیومیک روی افزایش رشد ساقه در ارقام مختلف گونه‌های گیاهی و تحت شرایط گوناگون ارائه شده است. اثر تسریع‌کنندگی اسید هیومیک روی رشد ساقه در درجه اول به خاطر تأثیر بر فعالیت H^+ ATPase ریشه و توزیع نیترات ریشه و ساقه بود که به نوبه خود، منجر به تغییرات در توزیع مشخص سیتوکینین‌ها، پلی‌آمین‌ها و ABA می‌شود؛ بنابراین، روی رشد ساقه تأثیر می‌گذارد و باعث افزایش ارتفاع می‌شود (Rubio et al., 2009).

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، اثرات ساده تیمارها روی تمام صفات مورد بررسی در سطوح مختلف معنی‌دار شد (با توجه به آرایه جدول مقایسه میانگین‌ها، جدول تجزیه واریانس (ANOVA) نشان داده نشده است) اما اثر متقابل آن‌ها بر روی تعداد پنجه در بوته، طول خوشه، عملکرد دانه و وزن تر آذولا معنی‌دار بود (جدول ۲). علف‌کش اکسادیازول نسبت به سایر تیمارها برتری بیشتری را در تولید دانه در خوشه، ارتفاع، برگ پرچم، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت داشت (جدول ۳). همچنین در مورد تیمار اسید هیومیک، زمانی که این تیمار به میزان ۱۲ لیتر در هکتار استفاده شد صفات مورد بررسی مذکور در بالاترین گروه آماری قرار گرفت. بیشترین ارتفاع گیاه ۱۲۱/۱۵، ۱۱۹/۱۰ و ۱۱۷/۴۳ سانتی‌متر بود که به ترتیب در تیمارهای کاربرد علف‌کش‌های اکسادیازول و بن‌سولفورون متیل و مصرف ۱۲ لیتر اسید هیومیک در هکتار مشاهده شد (جدول ۳). تراکم

جدول ۲. تجزیه واریانس ساده صفات مورد بررسی برنج و آذولا

Table 2. Simple variance analysis of the studied traits of Rice and Azolla

S.O.V	Df	Tillers no.	Panicle length	Azolla weight	Grain yield
Block	2	102.62*	217.54*	3728.00*	1014230.25*
Herbicide	4	182.29**	101.98**	51310.36**	3969345.58**
Humic Acid	2	327.58**	264.83*	85177.47*	9119158.58**
Her*Humic	8	23.70*	24.35*	1364.94*	725326.27**
Error	28	9.56	10.12	580.46	375925.38
CV	-	15.60	10.86	17.55	12.54

ns، * و ** بیانگر عدم معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد هستند

ns: non significant and *, **: significant at 0.05 and 0.01 probability levels respectively

تولید مواد فتوستتزی بیشتری نیز می‌باشند؛ بنابراین، افزایش مساحت برگ پرچم در مرحله پر شدن دانه، نقش مهمی در افزایش عملکرد دارد (Mahmood & Chowdhry, 2000). وزن هزار دانه، یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد می‌باشد که نشان دهنده انتقال بیشتر مواد فتوستتزی به دانه است (Okhovat, 1997). با توجه به جدول ۳، بالاترین وزن هزار دانه، از تیمار علف‌کش اکسادپارژل (۲۵/۱ گرم)، 2-4-D (۲۲/۴ گرم)، بنتازون (۲۲/۳ گرم) و تیمار ۱۲ لیتر در هکتار اسید هیومیک (۲۴/۸ گرم) بدست آمد. با توجه به این که تیمار علف‌کش اکسادپارژل و تیمار ۱۲ لیتر اسید هیومیک در هکتار بیشترین طول برگ پرچم را دارا بودند، بیشترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص داده اند.

با توجه به جدول ۳، هر چند علف‌کش‌های مورد استفاده در آزمایش در یک گروه آماری قرار گرفتند ولی به لحاظ عددی، بالاترین عملکرد بیولوژیک به‌دست آمده از تیمار علف‌کش اکسادپارژل (۱۱۸۵/۵ کیلوگرم در هکتار) و کمترین عملکرد بیولوژیک در تیمار شاهد بدون مصرف علف‌کش بدست آمد. در این رابطه می‌توان بیان داشت که افزایش رقابت گیاه زراعی

طول برگ پرچم در تیمار علف‌کش اکسادپارژل و مصرف ۱۲ لیتر اسید هیومیک در هکتار، به ترتیب ۲۸/۶۱ و ۲۸/۶۷ سانتی متر بود (جدول ۳). برگ پرچم در مقایسه با سایر اندام‌های گیاه برنج، دارای موثرترین ساختمان فتوستتزی و فعال‌ترین برگ در طول دوره تشکیل دانه محسوب می‌شود که به میزان ۴۱ تا ۴۳ درصد در افزایش دانه سهم است (Mahmood & Chowdhry, 2000). بیشترین تعداد دانه در خوشه، ۱۲۸/۷۸ و ۱۲۶/۶۰ دانه بود که به ترتیب در تیمار علف‌کش‌های اکسادپارژل و بن‌سولفورون متیل مشاهده شد. بیشترین تعداد دانه، ۱۲۵ دانه در خوشه بود که از مصرف ۱۲ لیتر اسید هیومیک در هکتار بدست آمد (جدول ۳). محضری (Mahzari, 2011) در بررسی‌های خود، دلیل داشتن تعداد دانه پر بیشتر در خوشه را به کاهش تراکم علف‌های هرز در واحد سطح و افزایش قدرت رقابتی گیاه برنج نسبت داد. رائو (Rao, 1992) گزارش داد که برگ پرچم، با عملکرد برنج و اجزای آن از قبیل تعداد دانه، وزن هزار دانه و تعداد خوشچه در خوشه همبستگی مثبت دارد. به نظر می‌رسد بوته‌هایی که مساحت برگ پرچم بالاتری دارند، سطح برگ بیشتری برای به دام انداختن نور و انجام فتوستتز دارند و در نتیجه، قادر به

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی گیاه برنج تحت تاثیر تیمار علف‌کش و اسید هیومیک

Table 3. Mean comparison of the rice traits treated with herbicide and humic acid.

Treatment	Plant Height (Cm)	Flag Leaf (Cm)	Grains no. per Panicle	1000 grain weight (g)	Biologic yield (Kgha ⁻¹)	HI (%)
Herbicide						
2-4-D	112.77 ^b	25.00 ^b	120.34 ^b	22.4 ^{ab}	11083.1 ^a	40.3 ^{ab}
Bensulfuron methyl	119.10 ^a	26.35 ^{ab}	126.60 ^a	23.7 ^b	11364.4 ^a	40.4 ^{ab}
Bentazon (Basagran)	113.11 ^b	25.40 ^b	120.71 ^b	22.3 ^{ab}	11253.2 ^a	39.7 ^{ab}
Oxadiargyl (Topstar)	121.15 ^a	28.61 ^a	128.78 ^a	25.1 ^a	11815.5 ^a	43.1 ^a
Control	103.83 ^c	22.04 ^c	112.55 ^c	20.2 ^c	8872.8 ^b	34.9 ^c
Humic Acid						
12 Litha ⁻¹	117.43 ^a	28.67 ^a	125.00 ^a	24.8 ^a	12209.8 ^a	41.7 ^a
6 Litha ⁻¹	112.78 ^b	23.44 ^b	120.55 ^b	22.6 ^b	10547.6 ^b	38.6 ^b
Control	110.62 ^b	22.10 ^b	118.32 ^b	21.7 ^b	9727.0 ^b	38.3 ^b

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی دار آماری در سطح ۵٪ می‌باشند.

with the same letters are not significantly different at 5% level

جدول ۳ نشان داد که بالاترین شاخص برداشت در تیمار ۱۲ لیتر اسید هیومیک در هکتار (۴۱/۷) و مصرف علف‌کش اکسادیازول (۴۳/۱) حاصل شد. مدیریت تلفیقی علف‌های هرز، روشی مقرون به صرفه و در عین حال سازگار با طبیعت برای کنترل علف‌های هرز است که البته کارایی آن بستگی به شناخت دقیق و کامل از جنبه‌های اکوفیزیولوژیک رقابت علف‌هرز با گیاه زراعی دارد (Zare et al., 2008).

تعداد پنجه در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کاربرد اسید هیومیک، مصرف علف‌کش‌های مختلف و همچنین اثر متقابل مصرف علف‌کش و اسید هیومیک، سبب تأثیر معنی‌دار بر تعداد پنجه برنج شد (جدول ۲).

با آزولا، به دلیل عدم اعمال مدیریت علف‌های هرز، سبب کاهش عملکرد بیولوژیک برنج شد. تیمار ۱۲ لیتر اسید هیومیک در هکتار، با عملکرد بیولوژیک ۱۲۲۰۹/۸ کیلوگرم در هکتار، بیشترین عملکرد را نشان داد. موسوی و همکاران (Mosavi et al., 2010) در بررسی خود نشان دادند که با کاهش تراکم و زیست توده علف‌های هرز، عملکرد بیولوژیک گیاه زراعی برنج افزایش می‌یابد. توزیع نهایی ماده خشک، میان دانه و قسمت‌های رویشی گیاه، با در نظر گرفتن نسبت دانه به کاه با شاخص برداشت تعیین می‌شود. در برنج، شاخص برداشت از نسبت وزن خشک دانه به وزن خشک کل ماده گیاهی به دست می‌آید. علف‌کش‌های مختلف و اسید هیومیک سبب اختلاف معنی‌دار بر شاخص برداشت برنج شدند. نتایج

جدول ۴- مقایسه میانگین تاثیر متقابل علف‌کش و اسید هیومیک بر صفات مورد بررسی گیاه برنج

Table 4. Mean comparison of the interactions of herbicide and humic acid on the rice

Treatment		Tillers no.	Panicle length (Cm)	Azolla weight (g m ²)	Grain yield (Kg ha ⁻¹)
Herbicide	Humic acid				
2-4-D	Without Humic Acid	30.33	20.00	381.33	3896.00
	Humic Acid 6 lit/ha	33.33	23.00	275.00	4533.67
	Humic Acid 12 lit/ha	36.33	26.00	245.67	5029.33
top star	Without Humic Acid	32.33	22.00	226.67	4179.33
	Humic Acid 6 lit/ha	33.67	23.33	194.00	4462.67
	Humic Acid 12 lit/ha	48.33	38.00	115.33	6871.00
Londax	Without Humic Acid	31.00	22.00	320.00	3825.00
	Humic Acid 6 lit/ha	33.33	23.00	215.67	4179.33
	Humic Acid 12 lit/ha	41.67	31.33	125.33	6021.00
Basagran	Without Humic Acid	32.00	21.67	364.33	4108.33
	Humic Acid 6 lit/ha	32.33	22.00	282.00	4179.67
	Humic Acid 12 lit/ha	37.00	26.67	203.67	5171.00
Without Herbicide	Without Humic Acid	20.00	15.67	441.67	2762.67
	Humic Acid 6 lit/ha	25.67	18.33	386.67	3116.67
	Humic Acid 12 lit/ha	28.00	19.33	338.67	3400.33
Std. Error (SE±2)*		2.04	1.78	23.12	160.32

* احتمال ۹۵ درصد میانگین صفات در محدوده ± 2 واحد خطای استاندارد از میانگین نمونه قرار دارد.

* The probability of 95% of the mean of the traits is within the range of ± 2 standard error units from the sample average

متیل به همراه ۱۲ لیتر اسید هیومیک در هکتار با ۳/۳۱ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ۴). با توجه به نتایج ارائه شده، چنین استنباط می‌شود که مصرف اکسادیازول به همراه ۱۲ لیتر اسید هیومیک در هکتار در مزارع برنج، سبب کاهش زیست توده آزولا شده است و شرایط را برای افزایش قدرت رقابتی گیاه زراعی فراهم نموده است؛ در نتیجه، برنج از فضای به‌دست آمده، به طور کامل استفاده کرد و مواد فتوسنتزی بیشتری را صرف تولید اندام زایشی اولیه مانند طول خوشه نمود و با تولید خوشه‌های بلندتر، نقش اساسی در افزایش عملکرد ایفا نمود.

عملکرد دانه

جدول تجزیه واریانس داده‌های حاصل از عملکرد دانه برنج نشان از وجود اختلاف آماری معنی‌دار بین مدیریت شیمیایی، اسید هیومیک و همچنین کاربرد توأم این دو روش مدیریتی دارد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۶۸۷۱ کیلوگرم در هکتار)، تحت تیمار علف‌کش اکسادیازول به همراه ۱۲ لیتر اسید هیومیک در هکتار برداشت شد. در مقابل، کمترین عملکرد دانه (۲۷۶۲/۶۷ کیلوگرم در هکتار)، در تیمار عدم مصرف علف‌کش و عدم مصرف اسید هیومیک حاصل شد (جدول ۴). محدثی و همکاران (Mohadesi et al., 2010) بیان داشتند که کاهش تراکم و زیست توده علف‌های هرز در اراضی شالیکاری، اجزای عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهند که با این کار می‌توان به بالاترین عملکرد دانه در برنج دست یافت. نقش مهم و موثر اسید هیومیک در افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در گیاهان گزارش شده است. قربانی و همکاران (Ghorbani et al., 2011)، در بررسی اثر مصرف اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گیاه ذرت نتیجه گرفتند که عملکرد دانه در ذرت به صورت معنی‌داری تحت تأثیر تیمار اسید هیومیک قرار گرفت. ناردی و همکاران (Nardi et al., 2002) در مطالعه‌ای گزارش کردند که اسپری ترکیبات حاوی اسید هیومیک در مرحله توسعه خوشه گندم، عملکرد دانه را تا ۷۸ درصد نسبت به تیمار

نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین داده‌های حاصل از اثرات متقابل علف‌کش و اسید هیومیک بر صفت تعداد پنجه در برنج نشان داد که بیشترین تعداد پنجه (۴۸/۳۳ پنجه)، از تیمار مصرف علف‌کش اکسادیازول به همراه ۱۲ لیتر در هکتار اسید هیومیک حاصل شد (جدول ۴). با توجه به این نتایج می‌توان بیان داشت که مدیریت مناسب آزولای موجود در کرت‌های آزمایشی توسط این تیمارها سبب شد که میزان رقابت بین برنج و آزولا کاهش یابد و آشیانه‌های اکولوژیک بیشتری در اختیار برنج قرار گیرد. در این حالت، منابع بیشتری در اختیار برنج قرار می‌گیرد و شرایط را برای رشد مناسب‌تر آن فراهم می‌سازد (Mahzari et al., 2011). اما کمترین تعداد پنجه متعلق به تیمارهای شاهد عدم مصرف علف‌کش و عدم مصرف اسید هیومیک با ۲۰ پنجه بود. جانسون و همکاران (Johnson et al., 1998)، یکی از دلایل کاهش تعداد پنجه را وجود علف‌های هرز و بالا بودن تراکم آن‌ها در برنج، به دلیل رقابت و جذب منابع محیطی دانستند. اصغری (Asghari, 2002) نیز بیان داشت که با کنترل علف‌های هرز، تعداد کل پنجه برنج، به علت رقابت کمتر، افزایش یافت. در مجموع می‌توان گفت که برنج در شرایط مصرف علف‌کش اکسادیازول به همراه ۱۲ لیتر اسید هیومیک در هکتار، از قدرت رقابت بیشتری برخوردار شد و تعداد پنجه در بوته را افزایش داد. بی‌شک، این افزایش، در عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک برنج تأثیرگذار خواهد بود.

طول خوشه

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس داده‌های حاصل از طول خوشه، بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مصرف علف‌کش‌های مختلف، کاربرد اسید هیومیک و همچنین برهم‌کنش مصرف علف‌کش و اسید هیومیک بود (جدول ۲). نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین داده‌های حاصل از اثرات متقابل علف‌کش و اسید هیومیک بر طول خوشه برنج نشان داد که بلندترین خوشه‌ها در تیمارهای اکسادیازول به همراه ۱۲ لیتر اسید هیومیک در هکتار با ۳۸/۰ سانتی‌متر و بن‌سولفورون

گیاه زراعی، زیست توده تولیدی را افزایش داد. در مقابل، کمترین مقدار زیست توده در تیمار علف‌کش اکسادیارژل به همراه ۱۲ لیتر اسید هیومیک در هکتار با ۱۱۵/۳۳ گرم در متر مربع به دست آمد (جدول ۴). یکی از روش‌های مدیریت آزولا، افزایش مصرف میزان کود نیتروژن، به خصوص در اوایل رشد می‌باشد (Anonymous, 2002). اسید هیومیک بدلیل داشتن کود نیتروژن، مانع از رشد قابل قبول آزولا در برنج شده است. از طرفی، علف‌کش‌های مختلف مورد استفاده، تأثیر متفاوتی در کرت‌های آزمایشی داشتند. اکسادیارژل علف‌کشی تماسی است؛ ماده موثره موجود در آن در نقاط اولیه رشد علف‌های هرز مزارع شالیکاری که در آن‌ها جلبک‌های سبز نیز وجود دارد، تجمع پیدا می‌کند. اکسادیارژل باعث کاهش کلروفیل گیاه می‌شود و غشاء سلولی آن‌ها را متلاشی می‌کند. همچنین باعث توقف رشد و بازدارندگی سلول‌های جلبک می‌شود (Mahdineghad, 2005). با مقایسه اثر وزن تازه آزولا بر عملکرد دانه مشخص شد که با افزایش زیست توده آزولا، عملکرد دانه برنج کاهش یافت به طوری که بیشترین میزان عملکرد دانه برنج در کمترین وزن تازه آزولا و کمترین میزان عملکرد دانه برنج در بیشترین وزن تر آزولا حاصل شد.

شاهد افزایش داد. زودان (Xudan, 1986) در مطالعه بر روی گیاه جو نتیجه گرفت که اسید هیومیک، سبب افزایش عملکرد دانه شد. همچنین آیسو و همکاران (Ayuso et al., 2011)، تأثیر مثبت کاربرد اسید هیومیک را در افزایش عملکرد دانه گیاهان گندم، برنج و تربچه به ترتیب معادل ۴۴، ۱۴ و ۲۰ درصد گزارش کردند.

زیست توده (وزن تازه) آزولا

نتایج بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مصرف علف‌کش‌های مختلف، اسید هیومیک و همچنین اثرات متقابل علف‌کش‌های مختلف و اسید هیومیک می‌باشد (جدول ۲). نتایج به دست آمده از زیست توده آزولا در شرایط بکارگیری علف‌کش، تأییدکننده تأثیر علف‌کش بر آزولا بود به طوری که بیشترین وزن تازه در تیمار شاهد عدم کاربرد علف‌کش حاصل شد. علت آن را می‌توان به بالا بودن زیست توده آزولا در این تیمار نسبت داد. در مقابل، کمترین وزن تازه در تیمار علف‌کش اکسادیارژل به دست آمد. نتایج حاصل از برهم‌کنش علف‌کش و اسید هیومیک بر زیست توده آزولا نشان داد که بیشترین وزن آزولا (۴۴۱/۶۷ گرم در متر مربع)، از تیمار شاهد بدون مدیریت بدست آمد. عدم کنترل، سبب افزایش زیست توده آزولا در کرت‌های آزمایشی شد و آزولا جهت رقابت با

جدول ۵. ضرایب همبستگی پیرسون میان عملکرد برنج و متغیرها مورد مطالعه

Table 5. Pearson correlation coefficients between rice yield and studied variables

	Plant Height	Tillers no.	Flag Leaf	Panicle length	Grains no. Pan	1000 grain	Grain Yield	Biologic yield	HI	Azolla weight
Plant Height	1									
Tillers no.	.777*	1								
Flag Leaf	.616*	.862*	1							
Panicle length	.311*	.675*	.890**	1						
Grains no. Panicle	.879*	.713**	.762**	.585**	1					
1000 grain weight	.360**	.633**	.913**	.908**	.646**	1				
Grain yield	.419*	.664**	.933**	.923**	.715**	.975**	1			
Biologic yield	.318**	.563**	.853**	.882**	.617**	.889**	.923*	1		
HI	.442**	.588**	.754**	.689**	.671**	.804**	.816**	.548**	1	
Azolla weight	-.629**	-.733**	-.806**	-.733**	-.766**	-.701**	-.745**	-.720**	-.562**	1

*. Correlation is significant at the 0.05 level

** . Correlation is significant at the 0.01 level

*. همبستگی در سطح ۰,۰۵ معنی دار است

** . همبستگی در سطح ۰,۰۱ معنی دار است

منابع

- Anonymous. 2002. Aquatic weed identification and control (on line). <http://msucares.com/pubs/is1597.pdf>. Nov. 2002.
- Asghari, J., 2002. The critical period of weed control in two cultivars of rice (*Oryza sativa* L.) In drought stress condition. Journal of Agriculture Sciences 33 (4): 637-649. (In Persian).
- Ayuso, M., Hernandez, T., and Pascual, J. A. 1996. A comparative study of the effect on barley growth of humic substances extracted from municipal wastes and from traditional organic materials 24: 493-500
- Baghestani, M. A.; E. Zand; and F. Bana Kashi. 2010. *Azolla pinnata*. Pages 4-21 in Biology and Management Weed Iran. Plant Protection Research Institute.
- Blackshaw, R. E. and Brandt, R. N. 2008. Nitrogen fertilizer rate effect on weed competitiveness is species dependent. Weed Science. 56: 743-747
- Crittenden JC, Trussell RR, Hand DW, Howe KG, Tchobanoglous G. 2005. Water treatment: Principles and Design. 2th ed. New York: John Wiley.
- Dastan, S., Malek, M. R., Mobaserand, H. R. and Delkshosh, B. 2011. Effect of weed control and plant ingdistanceson the herbicide traits-characteristics of weeds and the local Tarom rice crop. Journal of Crop Physiology-Islamic Azad University of Ahvaz 11: 3-20. (In Persian).
- Dowling. N. G., S. M. Green Field, and K. S. Fischer. 1998. Sustainability of rice in the global food system. International Rice Research Institute. Los Bunos. Philipines. 404.pp
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), (2016), world food situation, FAO cereal suuly and demand brief, 8 October, Available at: www.fao.org/world-food-situation/csdb/en/
- Francisco Carrapito, M.H. Costa, M.L. Costa, G. Teixeira, A.A. Frazao, M.C.R. Santos, and M.V. Baioa. 2002. The uncontrolled growth of *Azolla* in the Guadiana river (on line) <http://aquat1.ifas.ufl.edu/aq-w9~16.html>. Nov. 2002.
- Ghorbani, S., Khazai, M., Kazafi, V. and Banaezan, M. 2011. Effect of Humic Acid Application in Irrigation Water on Function and yield components of corn. Journal of Agroecology. 2: pp.12.
- Holm, Leroy, J. Doll, E. Holm, J. Pancho, J. Herberger. 1997. World weeds, natural histories and distribution. John Wiley & Sons, Inc. New York, USA.1129pp.
- Islam, F., Rezaul-Karim, S. M., Hague, S. M. A. and Sirajul-Islam, M. D. 2003. Effects of population density of *Echinochloa crusgalli*, *E. colonum* on rice Pakistan. Agronomy Journal 2 (3): 120-125.
- Johnson, D. E., Dingkuhn, M., Joens, M. P. and Mahmane, M. C. 1998. The influence of rice plant type on the effect of weed competition on *Oryza sativa* and *Oryza glaberrima*. Weed Research 38: 207-218.
- Mahdineghad, M. (2005). Familiarity with some water pollutants (Effect of detergents on chlorella green algae). Environmental technology, Internship report. Islamic azad university Lahijan branch p.40.
- Mahmood, N., and M. A. Chowdhry. 2000. Inheritance of flag leaf in bread wheat genotypes. Department of Plant Breeding and Genetics, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan. Wheat Information service number Research article.90: 7-12.
- Mahzari, S. 2011. Study of management weeds beneficial usage geminate herbicide and cono weeder in rice (*Oryza sativa* L.). M.Sc. Dissertation, Islamic Azad University, Takestan Branch. (In Persian).
- Mohadesi, A. 2001. Effect of Planting Date, Nitrogen Fertilizer and Crop Density on Yield and Yield Components of Rice. Master thesis of Agriculture, University of Karaj. P.90.
- Mohadesi, A., Mohammadian, M., Mohammad Salehi, M., Abasian, A. and Bakhshipor, S., 2010. Study of effect of plowing and phosphate fertilizer on weed population and rice agronomic traits. In Proceedings 3rd Iranian Weed Science Congress, 17th -18th February, Babulsar, Iran. pp.50-54.
- Mahzari, S., Baghestani, M.A., Shirani Rad, A.H., Naseri, M., Omrani, M, 2011. Investigation of mechanical and chemical weeds management on rice agronomic traits. Journal of Agroecology. 2: 100-116.
- Mosavi, H., Gilani, A.A., Moradi, M.R., Moshtali, A. and Mosavi, M.S., 2010. Effects of orderam herbicide and seed density on yield and yield components of rice in competition with barnyardgrass in Ahvaz. In Proceedings 3rd Iranian

- Weed Science Congress, 17th-18th February, Babulsar, Iran. pp.571-573.
- Nardi, S., D. Pizzeghello, A. Muscolo and A. Vianello. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biol. Biochem.* 34: 1527-1536.
- Okhovat, S. and Vakili, D. 1997. Rice (planting and harvesting). *Farabi (In Persian)*. 212 Pp
- Rao, S. D. 1992. Flag leaf: a selection criterion for exploiting potential yields in rice. *Indian Journal of Plant Physiology*. 25(3): 265-268.
- Rubio, V., R. Bustos, M.L. Irigoyen, X. Cardona-Lopez, M. Rojas-Triana and J. Paz-Ares. 2009. Plant hormones and nutrient signaling. *Plant Mol. Biol.* 69(4): 361-73.
- Seyadat, S. A., G. Fathe. S, Sadeghzade; and M. Beyranvand. 2004. Study of the Effect of Sowing Date on Yield and Yield Components of Three Rice Cultivars. *Journal of Agroecology*. 35: 227-234.
- Swanton, C. J., Shrestha, A., Roy, R. C., Ball-Coelho, B. R. and Knezevic, S. Z. 1999. Effect of tillage systems, N, and cover crop on the composition of weed flora. *Weed Science*. 47: 454-461.
- Zare, A., Rahimian Mashhadi, H. and Beheshtian Mesgaran, M. 2008. The Responses of Corn Weeds to Nitrogen Fertilizer Rates and Herbicide Dosages. *Iranian Journal of Weed Science*. 4: 21-32.
- Xudan X. (1986). The effect of foliar application of fulvic acid on water use, nutrient uptake and wheat yield. *Aust. Journal. Agric. Res.* 37: 343-