

ارزیابی برخی جنبه‌های اکوفیزیولوژیک گوشاب (*Potamogeton nodosus* Poir.) در واکنش به سطوح مختلف کود، رقم برنج و غرقاب

بیژن یعقوبی^{۱*}، محمدمهدی فانوسچی^۲، فرزین پورامیر^۱، حمید رحیمیان مشهدی^۳، المیرا محمدوند^۴ و مصطفی اویسی^۳

۱- مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران، ۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز، ۳- گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی. منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۴- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه گیلان

(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۶/۲۹ - تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۲/۲۲)

چکیده

تحمل گوشاب به غرقاب و بیشتر علف‌کش‌ها و نیز رشد دوباره پس از وجین دستی سبب شده است تا این علف‌هرز به‌عنوان یک گونه مهاجم در شالیزار مورد توجه قرار گیرد. به‌منظور ارائه راهکاری جهت مدیریت گوشاب، سه آزمایش اجرا گردید. در آزمایش اول، رقابت ارقام برنج هاشمی و گوهر با گوشاب در سطوح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ درصد از مقدار توصیه‌شده کودهای NPK مطالعه شد. در آزمایش دوم، روند تکثیر و کلونی‌زایی گوشاب در سطوح کودی فوق و در آزمایش سوم، اثر عمق آب بر رشد علف‌هرز گوشاب بررسی شد. نتایج آزمایش اول نشان داد که گوشاب فاقد تأثیر معنی‌دار بر عملکرد رقم گوهر بود؛ اما موجب کاهش ۱۳-۲۵ درصدی عملکرد رقم هاشمی گردید. کاهش عناصر غذایی به ۵۰ و صفر درصد مقدار توصیه شده، منجر به کاهش شدید عملکرد هر دو رقم برنج در رقابت با گوشاب شد. مطابق نتایج آزمایش دوم، میزان گسترش کلونی گوشاب در تیمار کودی ۵۰ درصد، دو برابر تیمار کودی ۱۰۰ درصد بود. نتایج آزمایش سوم نشان داد که افزایش عمق غرقاب به هفت و ۱۴ سانتی‌متر، سبب افزایش ۳۵۹ و ۳۴۲ درصدی اندام‌های هوایی درمقایسه با تیمار اشباع شد. به‌طور کلی مطابق نتایج این تحقیق، دلیل طغیان و خسارت گوشاب را می‌توان به ضعف تغذیه‌ای و غرقاب عمیق و طولانی‌مدت شالیزارها نسبت داد و در صورت مصرف بهینه‌ی کودها، زه‌کشی و نیز استفاده از ارقام مناسب، نیازی به صرف هزینه‌های زیاد جهت وجین دستی مکرر گوشاب نیست و حضور علف‌هرز، موجب خسارت اقتصادی معنی‌دار به برنج نخواهد شد.

واژه‌های کلیدی: تغذیه، کلونی‌زایی، علف‌هرز، رشد دوباره، تحمل به غرقاب.

Evaluation of Some Ecophysiological Aspects of Pondweed (*Potamogeton nodosus* Poir.) in Response to Fertilizers Levels, Rice Variety and Flooding

Bijan Yaghoubi¹, Mohammad Mehdi Fanoschi², Farzin Pouramir¹, Hamid Rahimian Mashhadi², Elmira Mohammadvand³ and Mostafa Oveisi²

1- Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran, 2- Agronomy and Plant Breeding Department, University College of Agricultural and Natural Resources, University of Tehran, 3- Agronomy and Plant Breeding Department, University of Guilan

(Received: Sep. 20, 2017 - Accepted: May 12, 2018)

ABSTRACT

Pondweed tolerance to flooding and most herbicides, as well as regrowth after hand weeding, has led the weed to be considered as an invasive species in paddy rice. Three experiments were carried out to provide a strategy for management of pondweed. In the first experiment, the interference of pondweed with Hashemi and Gohar rice cultivars at 0, 50, 100 and 150% of recommended NPK fertilizer were studied. In the second experiment, pondweed proliferation and colonization at the above fertilizer levels; and in the third experiment, the effect of water depth on the growth of this weed were investigated. The result of the first experiment showed that pondweed does not have significant effect on the yield of Gohar cultivar, but decreased the yield of Hashemi by 13-25%. Decreasing the fertilizer level to 50 and zero percent of recommended doses led to sharp decline in the performance of both rice cultivars in competition with pondweed. According to the results of the second experiment, the pondweed colony expansion in the 50% recommended dose of fertilizer treatment was twice that of 100% fertilizer treatment. The result of third experiment showed that, increasing the water depth to 7 and 14 cm led to 359 and 342 percent increase in pondweed shoot biomass in comparison to saturated treatment. In general, according to the results of this research, the reason for the outbreak and damage of pondweed can be attributed to the nutritional weakness

and the deep and long flooding of the paddy fields. In case of efficient use of fertilizers, drainage and the use of appropriate cultivars, it is not necessary to spend a lot on frequent hand weeding and the presence of weed will not cause significant economic losses of rice.

Key words: Nutrition, colonization, weed, regrowth, flood tolerant.

مقدمه

شالیکاران تحمیل کرده است (Yaghoubi, 2015). گوشاب گیاهی است تک‌لپه و پهن‌برگ که تیپ رشدی رونده دارد و یک گیاهچه آن در شرایط غرقاب شالیزار قادر است تا شعاع دو متر را در یک فصل زراعی بپوشاند. این علف‌هرز، گیاهی دائمی و همیشه سبز در زیست‌گاه‌های آبی حاشیه شالیزارها است که در اکوسیستم برنج، دارای رفتاری مشابه گیاهان یکساله است به طوری که یک تا دو هفته پس از نشاء کاری برنج می‌روید و با زهکشی مزارع به منظور برداشت، اندام‌های هوایی آن به سرعت خشک می‌شود و چرخه زندگی آن پایان می‌یابد (Yaghoubi, 2015).

فقدان شناخت کافی از علف‌هرز جهت بهره‌گیری در مدیریت آن و نگرانی شالیکاران از ورود یک علف‌هرز جدید به شالیزار موجب شده است تا کشاورزان هزینه زیادی را صرف مبارزه دستی با آن نمایند. در حال حاضر، رایج‌ترین روش کنترل گوشاب، چندین بار وجین آن می‌باشد زیرا این علف‌هرز به دلیل دارا بودن ریزوم‌های زیرزمینی، پس از وجین، دوباره رشد می‌کند. در بحث کنترل شیمیایی این علف‌هرز، تحمل گوشاب به تمام علف‌کش‌های رایج شالیزار، به استثنای بن‌سولفورون‌متیل گزارش شده است (Yaghoubi, 2015). علی‌رغم فقدان دانش بر پایه تحقیقات علمی برای مدیریت گوشاب، روش‌های بومی متفاوتی برای مدیریت این گیاه رواج دارد. برخی با وجین‌های متوالی، هزینه قابل توجهی را برای کنترل آن می‌پردازند و برخی دیگر بر این باورند که وجود گوشاب در شالیزار فاقد خسارت است.

اطلاعات در خصوص واکنش علف‌های هرز مختلف به سطح حاصلخیزی خاک، به منظور بهره‌گیری از کود به‌عنوان یک جزء برنامه‌ی مدیریت تلفیقی علف‌های هرز، ضروری است

اقلیم معتدل و مرطوب شمال کشور، علاوه بر فراهم نمودن امکان کشت برنج، شرایط مساعد رشد علف‌های هرز متعددی را نیز فراهم نموده است. اراضی شالیزاری در نیمی از سال، به دلیل کشت برنج، حالت غرقاب یا باتلاقی دارند و در نیمی دیگر، به دلیل بارندگی‌های فصلی، حالت ماندابی و مرطوب آن تداوم پیدا می‌کند؛ این امر سبب تشابه نسبی مزارع شالیزاری به اکوسیستم‌های آبی شده است. این مشابهت، موجب شده است تا ورود علف‌های هرز زیست‌گاه‌های آبی به اراضی شالیزاری بیشتر تسهیل شود که نمونه بارز آن آزولا (*Azolla pinnata*) و گوشاب است (اطلاعات منتشر نشده).

گوشاب (*Potamogeton sp.*) علف‌هرزی آبی است که تاکنون وجود بیش از ۱۰ گونه آن در زیست‌گاه‌های آبی شمال کشور گزارش شده است (Ghahraman, 1986). بیشتر گونه‌های این جنس در زیست‌گاه‌های آبی، به صورت غوطه‌ور و در زیر آب^۱ یافت می‌شوند اما برخی گونه‌های آن (*P. crispus*, *P. pectinatus*, and *P. nodosus*) به اکوسیستم شالیزار سازگار شده‌اند و علف‌هرز این مزارع محسوب می‌شوند (Barrett & Seaman 1980; Zhang 2003). یک گونه از این جنس که اندام‌های هوایی آن حالت شناور بر روی سطح آب دارد و سازگاری زیادی به اکوسیستم شالیزارهای ایران نشان داده است، *Potamogeton nodosus* L. (Yaghoubi, 2015) دارای اسامی محلی گوشاب، بارهنگ‌آبی، روغن‌واش یا اوواش (Mozafarian, 1995) است. این گونه در سال‌های اخیر در برخی مناطق به شدت گسترش یافته است و به دلیل مقاومت به غرقاب و بیشتر علف‌کش‌ها، وجین دستی آن هزینه زیادی بر

¹ Submerged

برنج در آمریکا، موجب تغییر فلور باریک‌برگ‌های غالب، از سوروف معمولی حساس به غرقاب (*Echinochloa crus-galli*) به سوروف هوشمند متحمل به غرقاب (*Echinochloa oryzoides*, *E. phyllopogon*) شده است. دو گونه فوق، به دلیل دارا بودن بذره‌های بزرگ می‌توانند از اعماق حدود ۳۰ سانتی‌متری جوانه زنند و رشد کنند (Seaman, 1983). ورود گوشاب به شالیزار را در همین راستا و بهره‌گیری از آب برای مدیریت علف‌های هرز، می‌توان دید؛ با غرقاب طولانی مدت شالیزارها، گونه‌های متحمل به حالت ماندابی، ظهور و تکامل پیدا کرده‌اند. با توجه به مقدمه فوق، اهداف این مطالعه عبارت از بررسی واکنش گوشاب و ارقام برنج به سطوح مختلف کودهای توصیه شده (NPK) در کشت خالص و مخلوط؛ بررسی روند تکثیر و کلونی‌زایی گوشاب در سطوح مختلف کودی و مطالعه واکنش گوشاب به غرقاب بودند.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌ها در سال ۱۳۹۲ در مزارع پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور، واقع در کیلومتر پنج جاده رشت-تهران انجام شد. این منطقه، دارای آب و هوای معتدل و مرطوب، عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ارتفاع ۳۶/۷ متر از سطح دریا است. خاک محل اجرای تحقیق، دارای چهار درصد شن، ۵۲ درصد سیلت و ۴۴ درصد رس بود و در کلاس لومی رسی سیلتی^۴ قرار داشت. اسیدیته خاک ۷/۲ و ماده آلی آن نیز از ۱/۴۱ تا ۲/۳۷ درصد متغیر بود. ارقام مورد استفاده در این تحقیق عبارت بودند از: هاشمی (رقم بومی) و گوهر (رقم اصلاح شده). این تحقیق شامل سه آزمایش جداگانه بود.

(Blackshaw et al., 2003; Aldrich & Kremer, 1997) اما دانش کافی در این خصوص وجود ندارد (Zimdahl, 2004). اگرچه برخی بر این باورند که مدیریت مؤثر کود ممکن است منجر به کاهش قدرت رقابتی علف‌های هرز در تداخل با گیاه زراعی شود و به زارعین در کنترل زراعی علف‌های هرز در مزارع کمک شایانی کند (Blackshaw et al., 2003; DiTomaso, 1995) اما گزارشات دیگر حاکی از آن است که در اغلب مواقع، روشن نیست که آیا تغییر حاصلخیزی خاک دارای تأثیر قابل توجهی بر رقابت علف‌هرز و گیاه زراعی خواهد بود (Mohler, 2001). در همین راستا، نتایج برخی بررسی‌ها نشان داد که افزایش کود نیتروژن، قدرت رقابتی سوروف را بیشتر از گیاه زراعی افزایش می‌دهد و در نتیجه در افزایش عملکرد گیاه زراعی مؤثر نبود (Ampong-Nyarko & De Datta, 1993).

مدیریت آب در شالیزار، یک عامل مهم مؤثر بر تراکم، رشد و ترکیب گونه‌ای علف‌های هرز شالیزار است. اراضی شالیزاری، دارای تنوع زیادی هستند؛ اگرچه همه آنها در فصل رشد، حالت غرقاب دارند. تحمل برنج به غرقاب و حساسیت بیشتر علف‌های هرز به ماندابی، غرقاب را به مهم‌ترین و قدیمی‌ترین عامل در مدیریت علف‌های هرز شالیزار تبدیل کرده است. به‌طور کلی علف‌های هرز شالیزار به سه گروه خشک‌زی^۱، نیمه‌آبزی^۲ و آبزی^۳ تقسیم می‌شوند. فراوانی واقعی علف‌های هرز مختلف، به شدت تحت تأثیر مدیریت آب و روش آماده‌سازی خاک قرار دارد. فراوانی نسبی علف‌های هرز مختلف، تحت تأثیر میزان خشکی خاک و آماده‌سازی خاک به‌روش پادلینگ قرار می‌گیرد. باریک‌برگ‌ها، هفت تا ۳۵ درصد از فلور علف‌های هرز را در صورت پادلینگ و ۶۴-۵۶ از فلور علف‌های هرز را در صورت آماده‌سازی در شرایط خشک تشکیل دادند. برعکس باریک‌برگ‌ها، پهن‌برگ‌ها و جگن‌ها در روش آماده‌سازی خاک به روش پادلینگ نسبت به شخم در خاک‌های خشک، دارای فراوانی بیشتری بودند. استفاده طولانی مدت از غرقاب در زراعت

¹ Terrestrial

² Semiaquatic

³ Aquatic

⁴ Silty clay loam

آزمایش اول: بررسی اثر تیمارهای کودی NPK بر رقابت گوشاب و برنج

آماده‌سازی زمین به شیوه رایج (دوبار شخم عمود بر هم در اوایل و اواخر فروردین و شخم سوم یا پادینگ، دو روز قبل از نشاکاری) انجام شد. آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. ابعاد کرت‌های فرعی، سه متر در پنج متر بود. کرت‌های اصلی (سطوح مختلف کود توصیه‌شده) شامل ترکیب NPK در چهار سطح (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ درصد مقدار توصیه‌شده) و کرت‌های فرعی (نوع کشت) در پنج سطح شامل: کشت خالص گوشاب، کشت خالص هاشمی، کشت خالص گوهر، کشت همزمان هاشمی + گوشاب و کشت همزمان گوهر + گوشاب بود. هر کرت فرعی، شامل ۲۰ ردیف کاشت و هر ردیف شامل ۱۵ بوته (کپه) و هر کپه شامل سه گیاهچه بود. فواصل کشت برنج ۲۵×۲۰ سانتی متر و تراکم آن ۲۰ کپه در مترمربع بود.

برای تعیین نیاز کودی، ابتدا از مزرعه نمونه خاک گرفته شد و پس از تجزیه خاک، عناصر غذایی مورد نیاز رقم هاشمی به شرح زیر تعیین گردید: نیتروژن از منبع اوره به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار (میزان کود مصرفی برای رقم اصلاح‌شده گوهر ۳۰ درصد بیشتر از رقم هاشمی در نظر گرفته شد). تمامی کودهای حاوی فسفر و پتاسیم و ۵۰ درصد کود اوره، همزمان با تسطیح زمین و یک روز قبل از نشاکاری مصرف شدند و ۵۰ درصد باقی‌مانده کود اوره نیز به صورت سرک و همزمان با پنجه‌زنی برنج مصرف شد. مزرعه محل اجرای آزمایش، در سال قبل از اجرای آزمایش، دارای آلودگی شدید به علف‌هرز گوشاب و سوروف بود. همچنین به منظور اجتناب از غیریکنواختی احتمالی در تراکم گوشاب، کشت گیاهچه‌های این علف‌هرز، به تعداد ۲۰ ریزوم در مترمربع (هر ریزوم دارای حدود ۱۰ سانتی متر طول و دو گره بود) انجام شد. تا دو هفته قبل از رسیدن فیزیولوژیک برنج، عمق آب کرت‌های آزمایشی، در حدود پنج تا هفت سانتی متر حفظ شد. مطابق بررسی‌های مقدماتی، گوشاب به بوتاکلر متحمل

بود؛ بنابراین با مصرف سه لیتر در هکتار بوتاکلر (EC50%) در فاصله سه روز پس از کاشت گیاهچه‌های گوشاب، علف‌هرز سوروف و دیگر یکساله‌ها کنترل شدند و دیگر علف‌های هرز غیر هدف نیز با وجین دستی حذف شدند. نمونه برداری در چهار هفته پس از نشاکاری، از مساحت ۰/۲۵ مترمربع انجام شد و ارتفاع بوته، تعداد پنجه و زیست‌توده برنج اندازه‌گیری شد. با توجه به تیپ رشدی رونده گوشاب، فقط اندازه‌گیری زیست‌توده آن امکان‌پذیر بود. همچنین به هنگام برداشت (۱۲ هفته پس از نشاکاری)، یک مترمربع از هر کرت، به منظور بررسی مقدار کاه و کلش، ارتفاع نهایی و اجزاء عملکرد برنج، برداشت شد. ارتفاع برنج، از ابتدای ساقه تا انتهای بلندترین برگ یا خوشه، بدون احتساب ریشک اندازه‌گیری شد. نمونه‌های برنج و علف‌هرز، به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و سپس وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد. در نمونه‌گیری آخر فصل و به دلیل افزایش زیست‌توده برنج، نمونه‌ها به مدت بیشتری (تا ۹۶ ساعت) در آون نگهداری شدند و اندازه‌گیری وزن خشک آن‌ها، پس از اطمینان از ثابت شدن وزن، انجام شد. عملکرد دانه یا شلتوک، با برداشت دستی محصول ۱۰ مترمربع از هر تیمار انجام شد. برای این منظور، محصول برنج پس از برش ساقه و آفتاب‌خشک کردن به مدت ۲۴ ساعت، جمع‌آوری و خرمن‌کوبی شد و عملکرد شلتوک با رطوبت ۱۴ درصد محاسبه شد.

آزمایش دوم - مدل‌سازی میزان کلونی‌زایی گوشاب در کشت خالص علف‌هرز و سطوح مختلف کودی

در این آزمایش، روند کلونی‌زایی گوشاب، در کشت خالص گوشاب و سطوح کودی صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ درصد میزان توصیه‌شده مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور، ابتدا کادری به ابعاد یک متر در یک متر در داخل تمام کرت‌های آزمایشی کشت خالص قرار داده شد و محل قرار گرفتن کادر، با پایه‌های چوبی علامت‌گذاری شد تا از تغییرات احتمالی مکان آن جلوگیری شود. سپس یک ریزوم دارای دو گره و دو برگ به طول ۱۰ سانتی‌متر، در مرکز هر کادر نشا شد. برای مطالعه میزان رشد گوشاب در طول فصل رشد برنج، کوآدراتی چوبی به ابعاد یک متر در یک متر، با نخ شبکه‌بندی شد و خانه‌هایی (پیکسل

حرارت تجمعی مورد نیاز برای گسترش ۵۰ درصد از حداکثر سطح گسترش علف‌هرز است.

آزمایش سوم: بررسی اثر عمق آب^۲ بر خصوصیات رشدی علف‌هرز گوشاب

این آزمایش به صورت گلدانی، در طی فصل رشد و شرایط محیط طبیعی در مؤسسه تحقیقات برنج کشور انجام شد. عمق آب شامل سه تیمار: عمق آب یا عمق غرقاب حدود اشباع (صفر تا دو سانتی متر)، هفت سانتی متر (مدیریت رایج) و ۱۴ سانتی متر (غرقاب کامل) بود که در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار به اجرا درآمد. گلدان‌های پلاستیکی (فاقد زه کش) به قطر یک متر و ارتفاع ۵۰ سانتی متر، تا ارتفاع ۳۰ سانتی متر از خاک مزارع برنج پر شدند و با افزودن آب به آن، به حالت پادله (گل آب شده) درآمد. کوددهی بر اساس مقادیر توصیه شده برای برنج رقم هاشمی و بر مبنای آزمون خاک انجام شد و شامل کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ۶۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم بود. این میزان کود به دو قسمت مساوی تقسیم شد و طی دو مرحله‌ی پایان آماده‌سازی خاک و یک ماه پس از کاشت، به خاک افزوده شد. همچنین ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل در پایان مرحله آماده‌سازی خاک افزوده شد. ریزوم‌های گوشاب، با طول تقریبی ۱۵ سانتی متر (شامل دو گره)، از مزارع آلوده مؤسسه تحقیقات برنج کشور تهیه شده و در تاریخ ۱۰ تیرماه ۱۳۹۲ در عمق هشت سانتی متری خاک کشت شدند. جهت اطمینان از زنده‌مانی ریزوم‌ها، تا یک هفته پس از کاشت، ارتفاع آب همه گلدان‌ها در حدود هفت سانتی متر حفظ شد و پس از آن، تیمارهای آبی اعمال شدند. ارتفاع آب به طور روزانه بررسی شد و مقادیر تبخیر شده به گلدان‌ها افزوده شد. همچنین تعداد ۱۰ گلدان (فاقد زه کش) حاوی گیاهچه‌های نشا شده برنج نیز در کنار گلدان‌های علف‌هرز قرار گرفت تا زمان برداشت گوشاب، بر طبق زمان رسیدگی برنج انجام شود. کلیه اندام‌های هوایی و زیرزمینی گوشاب در انتهای فصل رشد، از خاک خارج و به آزمایشگاه منتقل شدند. طول و تعداد گره ساقه، طول و تعداد گره

هایی) به ابعاد سه سانتی متر در سه سانتی متر در داخل آن ایجاد شد. هر دو هفته یکبار، تیمارهای آزمایشی پایش شدند و خانه‌های پر شده کوآدرات در اثر رشد گوشاب، شمارش شد. بدیهی است که سرعت پرشدن پیکسل‌ها، بیانگر روند رشد و گسترش گوشاب است. میزان رشد و توسعه سطح برگ بر روی کاغذ شطرنجی که به‌همین منظور آماده شده بود، درج گردید و با پوشانده شدن هر پیکسل توسط علف‌هرز، خانه مربوط به آن نیز در کاغذ شطرنجی تکمیل شد. کنترل علف‌های هرز غیر از گوشاب نیز همانند آزمایش اول صورت گرفت. برای بیان روند رشد و گسترش گوشاب، از درجه روز رشد استفاده شد که در آن، دمای بیشینه و کمینه از ایستگاه هواشناسی مستقر در مجاورت مؤسسه تحقیقات برنج دریافت شد و درجه حرارت مؤثر در رشد، از طریق معادله یک محاسبه گردید.

$$GDD = \sum_{i=1}^n \frac{T_{max} + T_{min}}{2} - t_b \quad (1)$$

در این معادله: GDD^1 ، درجه حرارت مؤثر در رشد؛ n ، تعداد روزهای رشد؛ T_{max} و T_{min} ، به ترتیب دماهای بیشینه و کمینه روزانه و t_b ، دمای پایه است. دمای پایه برای برنج، ۱۲ درجه سانتی گراد گزارش شده است (Yoshida, 1981) و با توجه به اینکه دمای پایه گوشاب در منابع بررسی شده یافت نشد، روند رشد گوشاب بر مبنای دمای پایه برنج محاسبه شد. داده‌برداری در پنج مرحله صورت گرفت.

برای بررسی روند گسترش یا کلونی‌زایی گوشاب در سطوح مختلف کودی، از مدل رگرسیون لجستیک سه پارامتره (معادله ۲) استفاده شد. انتخاب این مدل، پس از برآزش معادلات مختلف و به دلیل معنی‌داری تجزیه رگرسیون، ضریب تبیین (R^2) بالا و معنی‌داری پارامترهای مدل بود:

$$Y = a / (1 + (x/x_0)^b) \quad (2)$$

در این مدل: Y ، سطح گسترش گوشاب (cm^2)؛ a ، حداکثر سطح گسترش گوشاب؛ b ، شیب منحنی در نقطه x_0 و x ، درجه

¹ Growth Degree Day

² Water depth

به‌طور کلی، دو رقم برنج (بومی هاشمی و اصلاح‌شده گوهر)، دارای اثر بازدارندگی مشابهی بر علف‌هرز گوشاب بودند (به استثنای تیمار شاهد بدون کود) و در تمام سطوح کودی مورد بررسی، ماده خشک گوشاب در کشت خالص، بیشتر از کشت مخلوط با برنج بود. در سطح کودی توصیه‌شده، زیست‌توده گوشاب در تداخل با ارقام برنج، به‌طور متوسط، ۵۳ درصد کاهش یافت و با افزایش سطح کودی، توانایی ارقام برنج در کاهش زیست‌توده گوشاب، کاهش (۳۷-۳۱ درصد) یافت. به‌طور متوسط، دو رقم برنج، در سطوح کودی ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ درصد، به ترتیب سبب کاهش ۳۴، ۵۴ و ۲۷ درصدی ماده خشک گوشاب نسبت به کشت خالص گوشاب شدند. حداکثر ماده خشک گوشاب (۸۴ گرم در مترمربع) در تیمار کودی ۱۵۰ درصد مقدار توصیه‌شده به‌دست آمد که اختلاف آماری معنی‌داری با تیمار کودی ۱۰۰ درصد نداشت.

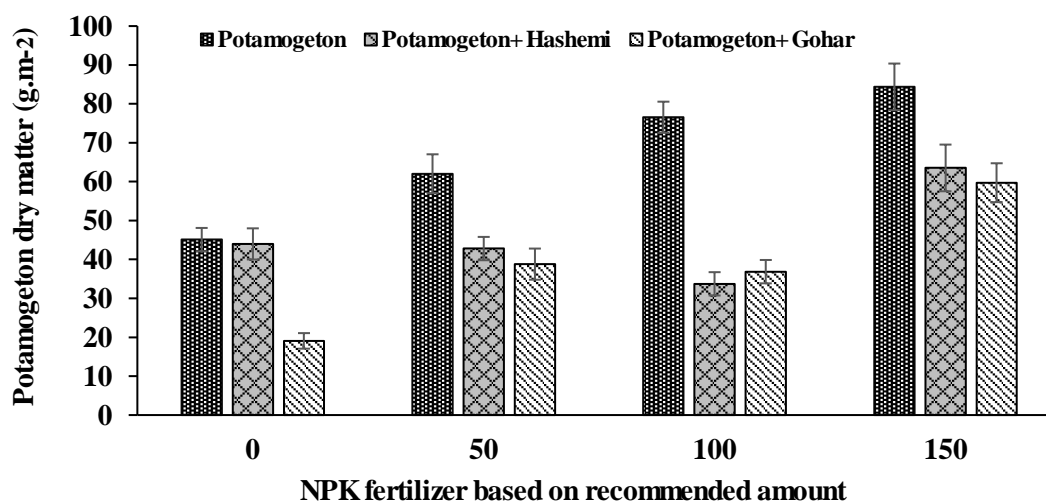
ریزوم و تعداد سنبله در هر تیمار شمارش یا اندازه‌گیری شد و اندام‌های هوایی و زیرزمینی، به تفکیک در آون و دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت خشک شدند و سپس وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد.

تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS, ver. 9.1، رسم شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel و برازش توابع با استفاده از نرم‌افزار Sigmaplot, ver. 12 انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج آزمایش اول

زیست‌توده گوشاب چهار هفته پس از نشاکاری: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که زیست‌توده گوشاب، تحت تأثیر سطح کودی و رقم برنج قرار گرفت ($p \leq 5\%$). زیست‌توده گوشاب، از ۴۵ تا ۸۴ گرم بر مترمربع در کشت خالص و از ۱۹ تا ۶۴ گرم بر مترمربع در کشت مخلوط با برنج متغیر بود (شکل ۱).



شکل ۱- زیست‌توده گوشاب در کشت خالص و کشت مخلوط با ارقام برنج هاشمی و گوهر در سطوح مختلف کودی (چهار هفته پس از نشاکاری).

Figure 1- Potamogeton biomass in sole cropping and mixed cropping with Hashemi and Gohar cultivars of rice in different level of fertilizers (four weeks after transplanting).

متغیر بود (شکل ۲). کمترین زیست‌توده برنج در سطح کودی ۵۰ درصد (رقم گوهر) و بیشترین زیست‌توده نیز در همین رقم و در تیمار شاهد بود. تداخل گوشاب در ارقام و سطوح کودی

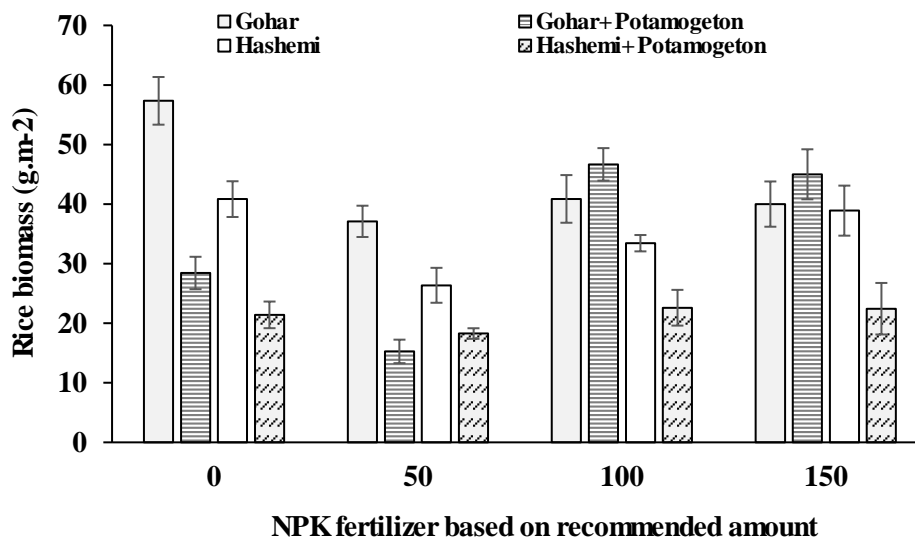
زیست‌توده برنج چهار هفته پس از نشاکاری: زیست‌توده برنج در هفته چهارم پس از نشاکاری، از ۱۵ تا ۵۷ گرم در مترمربع

درصد میزان توصیه‌شده، سبب افزایش زیست‌توده برنج شد. در سطح کودی ۱۵۰ درصد، زیست‌توده برنج در تیمارهای مختلف، مشابه تیمار کودی ۱۰۰ درصد بود.

محققین بر این باورند که با استفاده درست از کودها و عناصر غذایی، بیشتر علف‌های هرز قابل مدیریت هستند (Walters, 1991). در این راستا، مشخص شده است که در خاک‌های غنی از فسفر، قدرت رقابت کاهو با تاج‌خروس بیشتر بود؛ این در حالی است که افزایش فسفر خاک، سبب افزایش قدرت رقابت علف‌هرز خرفه در برابر کاهو شد (Santos et al., 1998). در تحقیقی دیگر مشخص شد که در صورت فراهمی بالای عناصر غذایی نیتروژن و فسفر، گیاه مرتعی علف‌پشمکی (*Bromus tectorum*)، قدرت رقابت بیشتری را در مقابل علف‌هرز مرتعی گیسوچمن (*Taeniatherum asperum*) دارد؛ درحالی‌که در شرایط کمبود فراهمی این عناصر، دو گیاه دارای قدرت رقابت مشابهی بودند (Dakheel et al., 1993).

مختلف، پاسخ متفاوت آنها را به دنبال داشت. در رقم هاشمی، رقابت گوشاب همواره کاهش معنی‌دار زیست‌توده برنج را به دنبال داشت درحالی‌که در رقم گوهر و در سطوح کودی پایین تر از میزان توصیه‌شده، تداخل علف‌هرز، سبب کاهش معنی‌دار زیست‌توده برنج و در سطح کودی توصیه‌شده و بالاتر، سبب افزایش زیست‌توده آن شد؛ اگرچه این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود (شکل ۲).

در تمام تیمارهای مورد بررسی، زیست‌توده برنج در سطح کودی ۵۰ درصد، کمتر از تیمار شاهد بدون کود بود (شکل ۲). احتمالاً افزودن کود، منجر به تحریک جوانه‌زنی علف‌های هرز و در نتیجه، مصرف سریع و اندک مواد غذایی در دسترس شده است و کاهش تجمع زیست‌توده در گیاه زراعی را سبب گردیده است. در تیمار شاهد (بدون کود)، حضور گوشاب سبب کاهش زیست‌توده ارقام برنج هاشمی و گوهر، به ترتیب به میزان ۵۱ و ۴۸ درصد نسبت به کشت خالص آن ارقام شد. افزایش میزان کود NPK از ۵۰ به ۱۰۰



شکل ۲- زیست‌توده برنج در کشت خالص و مخلوط با علف‌هرز گوشاب در سطوح مختلف کودی (چهار هفته پس از نشاکاری)

Figure 2- Rice biomass in sole cropping and mixed cropping with potamogeton in different levels of fertilizers (four weeks after transplanting).

افزایش قدرت رقابت این علف‌هرز با گیاه زراعی در جذب آب و مواد غذایی و در نتیجه کاهش زیست‌توده و عملکرد برنج می‌شود.

به‌طور کلی، هرچند علف‌هرز گوشاب دارای تیپ رشدی کوتاه و رونده می‌باشد، ولی تراکم بالای آن در پایین کانوی برنج منجر به جذب بیشتر نور توسط آنها شده است که این عامل، سبب

خالص، در رقم گوهر (۹ درصد)، کمتر از رقم هاشمی (۱۷ درصد) بود. به‌طور کلی، رقم هاشمی در کشت خالص، دارای بیشترین تعداد خوشه بود و با افزایش سطح کودی تا ۱۵۰ درصد، تعداد خوشه بارور در آن افزایش یافت. رقم گوهر (کشت خالص) تا سطح کودی ۵۰ درصد، دارای تعداد خوشه‌ی مشابه با رقم هاشمی بود و در سطوح کودی بالاتر، تعداد خوشه آن روند ثابتی از خود نشان داد. تعداد خوشه در تیمار کودی ۵۰ درصد نسبت به تیمار شاهد بدون کود، در حالت تداخل با گیاه هرز و برنج، در رقم هاشمی دارای روند کاهشی و در رقم گوهر دارای روند ثابتی بود. در تداخل گوشاب و برنج، با افزایش سطح کودی از ۵۰ درصد به ۱۰۰ درصد، تعداد خوشه در هر دو رقم دارای روند افزایشی بیشتری نسبت به افزایش سطح کودی از ۱۰۰ به ۱۵۰ درصد بود که بیانگر پتانسیل محدود گیاه زراعی در بهره‌گیری از منابع است. حداکثر تعداد خوشه ارقام گوهر و هاشمی در تداخل با علف‌هرز گوشاب، به ترتیب با ۲۸۳ و ۳۰۲ خوشه در مترمربع در تیمار کودی ۱۵۰ درصد به‌دست آمد (شکل ۳).

رقم گوهر توانست در شرایط کشت مخلوط با علف‌هرز گوشاب، پنجه‌زنی خود را تقریباً در همه سطوح کودی (به‌جز سطح ۵۰ درصد دز توصیه‌شده) حفظ کند و اختلاف قابل توجهی از این نظر با کشت خالص نشان نداد. شاید بتوان دلیل این امر را به رشد خوب رقم گوهر در هر دو شرایط کشت نسبت داد. رقم هاشمی در کشت مخلوط با علف‌هرز، تنها در شرایط بدون کاربرد کود توانست پنجه‌زنی خود را در سطح کشت خالص نگاه دارد ولی با افزایش سطح کودی (۱۰۰ و ۱۵۰ درصد توصیه‌شده)، اختلاف بین تعداد پنجه رقم هاشمی در کشت خالص و کشت مخلوط با گوشاب افزایش یافت که این امر نشان‌دهنده ضعف این رقم در رقابت با علف‌هرز گوشاب در سطوح کودی بالا می‌باشد. افزایش حاصلخیزی بر رقابت بین گیاه زراعی و علف‌هرز مؤثر است و علف‌های هرز، اغلب با افزایش حاصلخیزی، از آن به‌عنوان یک مزیت در جهت برتری رقابتی بر گیاه زراعی استفاده می‌کنند (DiTomaso, 1995).

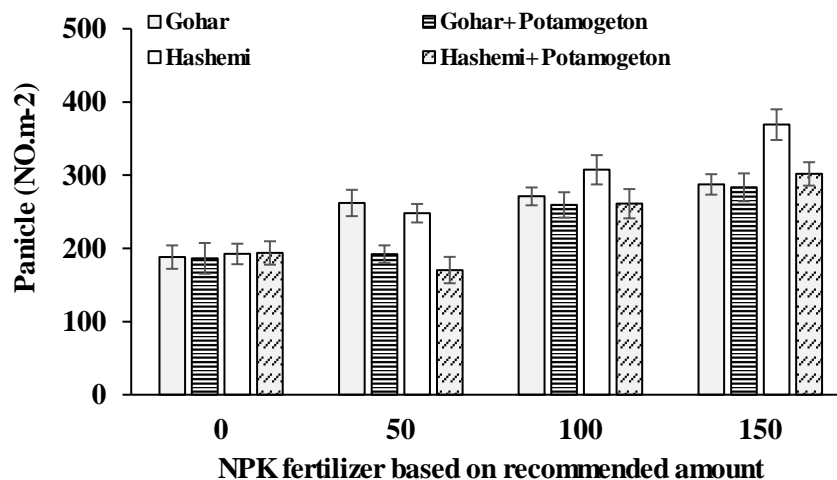
با افزایش میزان کود NPK از ۱۰۰ به ۱۵۰ درصد، زیست‌توده گوشاب در رقابت با ارقام هاشمی و گوهر، به‌ترتیب ۸۸ و ۶۲ درصد افزایش یافت (شکل ۱) این درحالی بود که افزایش سطح کودی، تأثیر قابل توجهی بر زیست‌توده برنج نداشت (شکل ۲). این نتیجه بیانگر مصرف لوکس بیشتر عناصر غذایی توسط علف‌هرز است. به‌طور کلی، رقم گوهر در کشت خالص، زیست‌توده بیشتری در مقایسه با رقم هاشمی داشت، ولی در تداخل با گوشاب و در سطوح کودی صفر و ۵۰ درصد مقدار توصیه‌شده، این برتری به‌شدت کاهش یافت؛ هرچند در سطوح کودی ۱۰۰ و ۱۵۰ درصد مقدار توصیه‌شده، مقدار آن در مقایسه با زیست‌توده رقم هاشمی به‌شدت افزایش یافت. احتمالاً رقم اصلاح‌شده گوهر در سطوح کودی بالا و در تداخل با علف‌هرز گوشاب، از قدرت جذب عناصر غذایی بالایی در مقایسه با رقم هاشمی برخوردار است که در نهایت منجر به افزایش قابل توجه زیست‌توده رقم گوهر در مقایسه با رقم هاشمی شده است (شکل ۲).

به‌طور کلی، یک اصل کلی پذیرفته شده در جوامع گیاهی وجود دارد که بر طبق آن، دو گونه گیاهی به‌ندرت آشیان مشابهی را اشغال می‌کنند و معمولاً گونه‌ها یکدیگر را دفع می‌نمایند و هر یک منابع خاصی را تصرف می‌کنند که سبب برتری آنها در رقابت می‌شود (Zimdahl, 2004). به‌نظر می‌رسد که حضور گوشاب با زیست‌توده مشابه سوروف در کنار گیاه زراعی برنج و عدم تأثیر آن بر زیست‌توده رقم گوهر و تأثیر سوء بیشتر آن بر رقم هاشمی، به‌دلیل توزیع متفاوت ریشه این دو رقم برنج باشد.

پنجه بارور (تعداد خوشه) ارقام برنج: تعداد خوشه، تحت تأثیر رقم برنج و اثر متقابل علف‌هرز با کود قرار گرفت (داده‌ها نشان داده نشده است). در تیمارهای کودی توصیه‌شده و بالاتر، رقم هاشمی دارای خوشه بیشتری نسبت به رقم گوهر بود (شکل ۳). کمترین و بیشترین تعداد خوشه، به‌ترتیب با ۱۷۰ و ۳۶۹ خوشه در مترمربع در تیمارهای کودی ۵۰ درصد (تیمار تداخل هاشمی با گوشاب) و ۱۵۰ درصد (کشت خالص هاشمی) به‌دست آمد. متوسط کاهش تعداد خوشه در شرایط رقابت نسبت به کشت

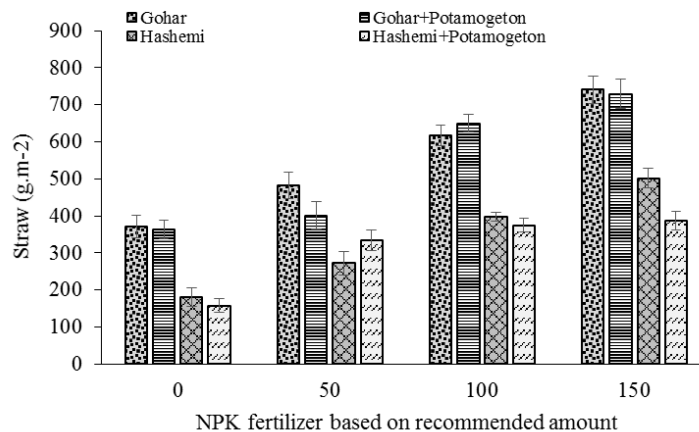
مترمربع بود که بیانگر ۳۸ درصد کاه و کلش کمتر رقم هاشمی نسبت به رقم گوه‌ر است (شکل ۴). به‌طور کلی، افزایش میزان کود موجب افزایش کاه و کلش شد. علی‌رغم کاهش شدید توده

عملکرد کاه و کلش ارقام برنج در زمان برداشت: عملکرد کاه و کلش، تحت تأثیر رقم برنج و اثر متقابل کود و علف‌هرز قرار گرفت (داده‌ها نشان داده نشده است). متوسط کاه و کلش ارقام گوه‌ر و هاشمی، به ترتیب ۵۴۴ و ۳۳۶ گرم در



شکل ۳- تعداد خوشه ارقام برنج در کشت خالص و مخلوط با علف‌هرز گوساب در سطوح مختلف کودی

Figure 3- Rice panicle numbers in sole cropping and mixed cropping with potamogeton in different fertilizer levels.



شکل ۴- عملکرد کاه و کلش برنج در کشت خالص و مخلوط با علف‌هرز گوساب در سطوح مختلف کودی

Figure 4- Rice straw yield in sole cropping and mixed cropping with potamogeton in different fertilizer levels.

دست آوردن عملکردی مشابه تیمار عاری از علف‌هرز میسر است (Babae et al., 2008; Orooji et al., 2014).

عملکرد شلتوک ارقام برنج: عملکرد شلتوک، تحت تأثیر روش کاشت، تیمار کودی و اثر متقابل آنها قرار گرفت ($p \leq 5\%$). متوسط عملکرد شلتوک ارقام گوه‌ر و هاشمی در

رقم هاشمی در اوایل فصل رشد (شکل ۲)، کاه و کلش این رقم، تنها در زمان برداشت و در تیمار کودی ۱۵۰ درصد، کمتر از کشت خالص آن بود (معنی‌دار از نظر آماری) و اختلافی بین عملکرد کاه و کلش رقم گوه‌ر در کشت خالص و مخلوط وجود نداشت (شکل ۴). دیگر بررسی‌ها نیز نشان داده است که در صورت تغذیه خوب گیاه زراعی و علی‌رغم حضور علف‌هرز، به

زراعی به دست می‌آید (Mohler, 2001; Zimdahl, 2004). آنها گزارش کردند که چنانچه در زمان آغاز رقابت، گیاه زراعی از نظر ارتفاع، زیست توده و سطح برگ، نسبت به گیاه هرز برتری داشته باشد و قادر به سایه‌اندازی بر روی علف‌های هرز باشد، در این صورت گیاه زراعی می‌تواند بر علف‌های هرز غلبه کند و خسارت کمتری را متحمل گردد. واکنش متفاوت ارقام رایج برنج به تداخل با علف‌های هرز گزارش شده است؛ نتایج یک تحقیق نشان داد که در تراکم‌های مشابه علف‌هرز سوروف، میزان خسارت به رقم خزر، همواره بیشتر از رقم هاشمی بود (Yaghoubi *et al.*, 2010). در مطالعه دیگری، اثر تراکم‌های مختلف علف‌هرز سوروف بر عملکرد دو رقم برنج (رقم خزر و لاین ۸۴۳) مورد بررسی قرار گرفت و نتایج مشابهی گزارش شد؛ این تحقیق نشان داد که رقم خزر، رقیب ضعیف‌تری است (Aminpanah, 2011). به گزارش کاتون و همکاران (Caton *et al.*, 2001)، علف‌های هرز دارای ارتفاع کوتاه و علف‌های هرز با آرایش سطح برگ مخروطی، بدون توجه به دیگر صفات، دارای قدرت رقابت کمتری بودند. به نظر می‌رسد گوشاب، به دلیل دارا بودن تیپ رشدی رونده و ارتفاع کوتاه، دارای قدرت رقابت کمتری است. در مقایسه سوروف و برنج، این علف‌هرز چهار کرینه، دارای واکنش به مراتب بهتری نسبت به نیتروژن بود (Gibson *et al.*, 1999) و اثرات بازدارندگی سوروف بر رشد ریشه برنج، منجر به کاهش جذب عناصر غذایی از خاک شد؛ این مهمترین فاکتور در تداخل بین سوروف و برنج بود (Perera *et al.*, 1992). رقم گوهر در مقایسه با رقم هاشمی و بسیاری از ارقام بومی یا اصلاح‌شده، دارای سطح برگ^۱ بیشتر و نیز دوام بیشتر سطح برگ^۲ بود (Mohamadi-Chalajori, 2012). به نظر می‌رسد که دارا بودن برگ‌های سبز تا زمان برداشت، بر توانایی این رقم در جذب عناصر غذایی و فتوسنتز مؤثر است و محدودیت بیشتری برای گوشاب فراهم نموده است.

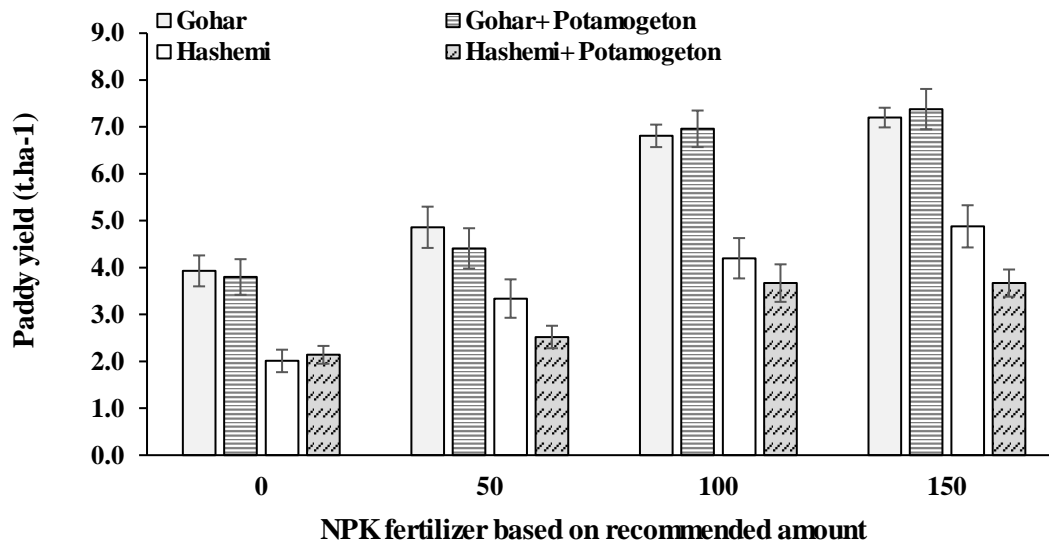
سطوح مختلف کودی و در کشت خالص، به ترتیب ۵/۷ و ۳/۶ تن و در تداخل با گوشاب، به ترتیب ۵/۶ و ۳ تن در هکتار بود و به‌طور کلی، عملکرد شلتوک رقم جدید گوهر، حدود ۴۲ درصد بیشتر از رقم بومی هاشمی بود (شکل ۵). این مقادیر، به ترتیب بیانگر کاهش یک و ۱۷ درصدی عملکرد ارقام گوهر و هاشمی در تداخل با گوشاب بود. تداخل گوشاب با رقم گوهر در سطوح کودی پایین (صفر و ۵۰ درصد)، کاهش اندک عملکرد و در سطح کودی توصیه‌شده و بالاتر (۱۰۰ و ۱۵۰ درصد)، افزایش عملکرد را موجب شد؛ اگرچه این کاهش یا افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود. رقم هاشمی در مقایسه با رقم گوهر، دارای واکنش متفاوتی به تداخل با علف‌هرز گوشاب بود و کاهش عملکرد آن در سطوح کودی مورد بررسی در تداخل با گوشاب بیشتر بود. در سطوح کودی ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ درصد، تداخل گوشاب، عملکرد شلتوک برنج رقم هاشمی را به ترتیب ۲۵، ۱۳ و ۲۵ درصد کاهش داد (شکل ۵).

به‌طور کلی، ارقام بومی دارای کودپذیری کمتری نسبت به ارقام اصلاح‌شده هستند و افزایش سطح کودی، معمولاً تحریک رشد رویشی، رشد بیشتر اندام‌های هوایی و ورس آنها را موجب می‌شود که نتیجه آن، کاهش شاخص برداشت و عملکرد دانه است. ارقام اصلاح‌شده، به دلیل کودپذیری بیشتر، واکنش بهتری به افزایش سطح کودی نشان می‌دهند.

حضور گوشاب با زیست توده مشابه در دو رقم و عدم خسارت به یک رقم (گوهر) و خسارت معنی‌دار به رقم دیگر (هاشمی) برنج، بیانگر آشیان اکولوژیک متفاوت رقم گوهر و تفاوت‌های فیزیولوژیک ارقام و توانایی متفاوت آنها در بهره‌گیری از منابع است. بررسی‌ها نشان داد که رقم گوهر، دارای ریشه بیشتر و عمیق‌تری است و این ویژگی، امکان استفاده از عناصر غذایی در لایه‌های پایین‌تر خاک را فراهم می‌سازد (اطلاعات منتشر نشده). در گزارشات متعددی بیان شده است که حضور علف‌های هرز، سبب تغییر شرایطی می‌شود که در آن، حداکثر عملکرد گیاه

² Leaf area duration

¹ Leaf area index



شکل ۵- عملکرد شلتوک برنج در کشت خالص و مخلوط با علف‌هرز گوشاب در سطوح مختلف کودی

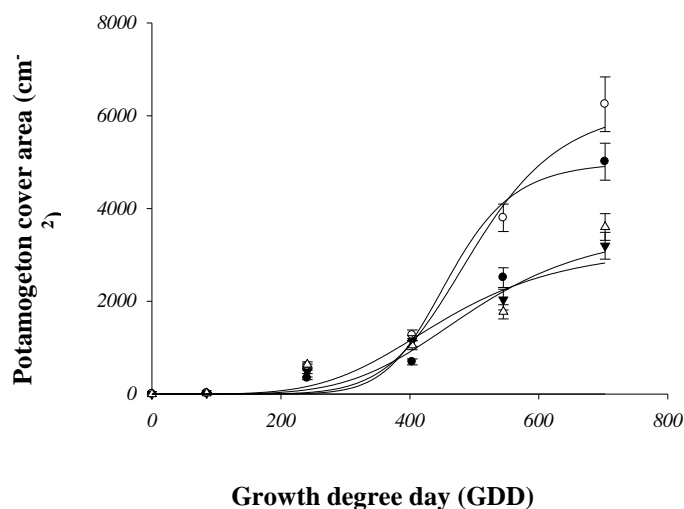
Figure 5- Rice paddy yield in sole cropping and mixed cropping with potamogeton in different fertilizer levels.

بود (جدول ۱). اندازه کلونی گوشاب (a) در این تیمار کودی، ۲۰ درصد بیشتر از تیمار کودی صفر و همچنین به ترتیب ۴۹ و ۴۲ درصد بیشتر از تیمارهای کودی ۱۰۰ و ۱۵۰ درصد میزان توصیه شده بود. درجه حرارت تجمعی که در آن، ۵۰ درصد کلونی گوشاب به دست می‌آید (X_0), در تیمارهای کودی مختلف مشابه بود. نتایج این آزمایش، تائیدی بر نتایج آزمایش نخست است و نشان می‌دهد که میزان دسترسی به عناصر غذایی، عاملی مؤثر و تعیین کننده در رشد و کلونی‌زایی علف‌هرز گوشاب است و با تغذیه صحیح شالیزار، مطابق آزمایش خاک و نیاز گیاه زراعی، میزان گسترش و اندازه کلونی علف‌هرز کمتر خواهد بود و خسارت آن، قابل مدیریت است. در همین راستا مشخص شد که کودهای نیترات آمونیوم و یا سولفات آمونیوم، در غلظت‌های پایین، سبب کاهش تولید شاخه علف‌هرز گل‌جالیز در توتون و سیب‌زمینی در شرایط گلخانه‌ای می‌شود (Abu-*Irmaileh*, 1981).

نتایج آزمایش دوم

کلونی‌زایی گوشاب در کشت خالص علف‌هرز و سطوح مختلف کودی: در اوایل فصل، روند رشد و تکثیر گوشاب در تیمارهای مختلف مشابه بود اما با گرم شدن هوا و استقرار علف‌هرز، سرعت کلونی‌زایی در سطوح مختلف کودی بسیار متفاوت شد (شکل ۶). بیشترین سطح پوشش و کلونی‌زایی گوشاب در تیمارهای کودی صفر و ۵۰ درصد میزان توصیه شده بود که این دو تیمار، دارای روند توسعه مشابه یکدیگر بودند؛ ولی در آخرین مرحله نمونه‌برداری، سطح کودی ۵۰ درصد، دارای سطح پوشش بیشتری نسبت به شرایط عدم کاربرد کود بود. تیمارهای کودی ۱۰۰ و ۱۵۰ درصد میزان توصیه شده NPK نیز دارای سطح گسترش کمتر و روند کلونی‌زایی مشابه یکدیگر بودند (شکل ۶).

مقایسه پارامترهای تجزیه رگرسیون در سطوح مختلف کودی نشان می‌دهد که حداکثر اندازه کلونی گوشاب (a)، در تیمار کودی ۵۰ درصد میزان توصیه شده به دست آمد که از نظر آماری با دیگر تیمارهای مورد بررسی، دارای اختلاف آماری معنی‌دار



شکل ۶- اثر دما (درجه روز رشد تجمعی) در میزان گسترش کلونی گوشاب در کشت خالص (تراکم یک ریزوم در مترمربع) و سطوح مختلف کودهای NPK در شالیزار (● سطح کودی صفر یا شاهد، ○ ۵۰ درصد کود توصیه شده، ▼ ۱۰۰ درصد کود توصیه شده، △ ۱۵۰ درصد کود توصیه شده). هر داده شامل میانگین تکرارها می باشد.

Figure 6- The effect of cumulative growth degree day (GDD) on expansion rate of potamogeton colony in sole cropping (one rhizome per square meter) and different levels of NPK fertilizer in paddy fields (●: without NPK fertilizer, ○: 50% of recommended NPK, ▼: 100% of recommended NPK, △: 150% of recommended NPK). Each data included the mean of replications.

جدول ۱- پارامترهای مدل‌های رگرسیونی برازش شده برای روند گسترش گوشاب در سطوح مختلف کودی

Table 1- Parameters of regression model fitted to potamogeton expansion trend in different fertilizer levels.

Amount of NPK fertilizer	پارامترهای تجزیه رگرسیون						
	a	P	B	P	X0	P	R ^{2adj}
0	5011(415)	<0.0001	-9(2.3)	0.03	460(32)	0.0001	0.91**
50	6249(470)	<0.0001	-7(1.4)	0.008	499 (16)	<0.0001	0.97**
100	3196(188)	<0.0001	-4.6(1.1)	0.01	452(24)	<0.0001	0.95**
150	3602(254)	<0.0001	-5(1.8)	0.05	496(37)	0.0002	0.89**

روند گسترش گوشاب با مدل Sigmoidal; Logistic, 3 Parameter بیان شده‌اند. a. حداکثر سطح گسترش گوشاب (cm²); P: سطح احتمال معنی داری; b. شیب مدل; x0: درجه حرارت تجمعی که در آن، ۵۰ درصد سطح گسترش به دست می‌آید و R^{2adj}. ضریب تبیین اصلاح شده مدل برازش داده شده است. اعداد بیرون پرانتز، مقدار پارامتر و اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد است.

The trend of potamogeton expansion rates are expressed by fitting Sigmoidal; Logistic, 3 Parameters model. a= Maximum area of potamogeton expansion (cm²), p= Significant probability level, b= Slope, x0= The cumulative temperature at which 50% of the expansion level is achieved, R^{2adj} = Fitting model coefficient. The numbers out of parenthesis are the amount of parameters and numbers in parenthesis are the standard errors.

نتایج آزمایش سوم

اندام‌های زیر زمینی این علف‌هرز برای تیمارهای مختلف، از ۱۱ تا ۱۳ گرم در گلدان متغیر بود.

تیمارهای عمق آب هفت و ۱۴ سانتی‌متر، به ترتیب با ۶۰ و ۵۹ سنبله و تیمار خاک اشباع (صفر تا دو سانتی‌متر) با سه سنبله، به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را از این نظر دارا بودند که این

عمق غرقاب، تأثیر قابل توجهی بر رشد اندام‌های هوایی علف‌هرز گوشاب داشت؛ درحالی که عمق غرقاب، هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات اندام‌های زیرزمینی این علف‌هرز نداشت (داده‌ها نشان داده نشد). دامنه تغییرات وزن خشک

از نظر طول اندام هوایی نیز تیمارهای غرقاب با عمق آب هفت و ۱۴ سانتی‌متر، به ترتیب با ۷۸ و ۷۵ متر در گلدان، بیشترین مقدار را دارا بودند این درحالی بود که کاهش سطح آب به صفر تا دو سانتی‌متر (شرایط خاک اشباع) منجر به کاهش حدود ۷۵ درصدی طول اندام‌های هوایی این گیاه گردید (جدول ۲).

بیشترین وزن تر گوشاب، به ترتیب با ۳۳۴ و ۳۲۳ گرم در گلدان، در تیمارهای عمق آب هفت و ۱۴ سانتی‌متر مشاهده شد؛ درحالی که مقدار این صفت در شرایط اشباع، ۶۸ گرم در گلدان بود (جدول ۲). بنابراین، کاهش عمق آب در این آزمایش، منجر به کاهش حدود ۸۰ درصدی وزن تر گوشاب شد. از نظر وزن خشک این علف‌هرز نیز روند مشابهی دیده شد به طوری که دو تیمار غرقاب هفت و ۱۴ سانتی‌متر، به ترتیب با ۴۰ و ۳۸ گرم در گلدان، بیشترین و تیمار عدم غرقاب با پنج گرم در گلدان، کمترین مقدار را از این نظر دارا بودند (جدول ۲). بین دو تیمار غرقاب، اختلاف معنی‌داری از نظر وزن تر و خشک مشاهده نشد درحالی که اختلاف آنها با تیمار غرقاب بسیار زیاد و قابل توجه بود.

امر، نشان‌دهنده افزایش ۲۰ برابری تعداد سنبله‌های گوشاب، با افزایش عمق آب مزرعه به هفت و ۱۴ سانتی‌متر می‌باشد (جدول ۲).

طبیعتاً هرچقدر تعداد سنبله این علف‌هرز بیشتر شود، قدرت تولید بذر و پراکنش آن نیز افزایش خواهد یافت. از این رو، مطابق نتایج تحقیق حاضر و از طریق مدیریت آب مزرعه و ایجاد حالت اشباع، بدون این که شرایط رشدی برای گیاه برنج نامطلوب شود، می‌توان از میزان تکثیر و گسترش این علف‌هرز به مقدار قابل توجهی کاست.

بیشترین تعداد گره در ساقه (۷۴۸ گره)، در تیمار عمق آب هفت سانتی‌متر مشاهده شد؛ این درحالی بود که تیمار شرایط اشباع، با ۲۵۶ گره در ساقه، کمترین مقدار را از این نظر دارا بود (جدول ۲). تیمار عمق آب ۱۴ سانتی‌متر، با ۷۰۷ گره، اختلاف معنی‌داری با تیمار هفت سانتی‌متر نداشت. به طور کلی، افزایش عمق آب مزرعه به هفت و ۱۴ سانتی‌متر، به ترتیب منجر به افزایش ۱۹۲ و ۱۷۶ درصدی تعداد گره‌های اندام هوایی گوشاب شد که بیانگر تاثیر قابل توجه عمق آب مزرعه در رشد این علف‌هرز می‌باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف آب بر خصوصیات رشدی گوشاب

Table 2- Mean comparison of the effect of different water levels on potamogeton traits

Treatment	Spike (NO. pot ⁻¹)	Shoot node (NO. pot ⁻¹)	Shoot length (m. pot ⁻¹)	Shoot fresh weight (g. pot ⁻¹)	Shoot dry weight (g. pot ⁻¹)
0-2 cm (saturated soil)	3	256	19	68	5
7 cm	60	748	78	334	40
14 cm	59	707	75	323	38
LSD	9	102	13	43	7

که کاهش عمق آب به شرایط اشباع (۲-۰ سانتی‌متر) می‌تواند منجر به کاهش بسیار زیادی در کلیه صفات مورد بررسی گردد. از این رو، می‌توان بیان کرد که رشد و نمو اندام‌های هوایی این علف‌هرز، به شدت به سطح آب مزرعه وابسته است و از طریق کاهش آن، می‌توان رشد و تکثیر این علف‌هرز را مدیریت کرد. این نتایج، با مشاهدات میدانی و شالیزارهایی که گوشاب در آنها غالب است

به طور کلی، نتایج آزمایش سوم نشان داد که عمق آب شالیزار می‌تواند تاثیر قابل توجهی در رشد و نمو اندام‌های هوایی و همچنین تکثیر اندام‌های زایشی علف‌هرز گوشاب داشته باشد. افزایش عمق آب به هفت سانتی‌متر، منجر به افزایش قابل توجهی در تعداد سنبله و گره در ساقه، طول اندام هوایی و همچنین وزن تر و خشک گوشاب شد؛ اگرچه بین این تیمار و تیمار ۱۴ سانتی‌متر، اختلاف معنی‌داری از نظر این صفات مشاهده نشد. همچنین نتایج نشان داد

کاهش عملکرد رقم جدید گوهر نشد درحالی که کاهش عملکرد رقم بومی هاشمی را به دنبال داشت. بنابراین، مطابق نتایج این تحقیق، در صورت کشت رقم مناسبی همانند رقم گوهر، نیازی به وجین دستی این علف‌هرز نخواهد بود زیرا که رقابت آن، خسارت اقتصادی را در پی نخواهد داشت. حضور گوشاب و عدم خسارت به گیاه زراعی، بیانگر آشیان متفاوت علف‌هرز و گیاه زراعی است. رقم گوهر، دارای زیست‌توده و رشد رویشی بیشتری نسبت به ارقام بومی است. به دلیل دارا بودن تیپ رشدی رونده و پوشاندن سطح خاک، در مزارعی که گوشاب حضور داشته باشد، میزان رویش دیگر علف‌های هرز را به شدت کاهش می‌دهد. بررسی روند گسترش گوشاب نشان داد که بیشترین کلونی‌زایی این علف‌هرز، در تیمارهای کودی صفر و ۵۰ درصد مقدار توصیه‌شده بود و تغذیه شالیزار، مطابق نیاز کودی برنج، دارای تاثیر منفی حدود ۵۰ درصدی بر گسترش گوشاب در کشت خالص بود. از طرفی، نتایج آزمایشات حاضر نشان داد که رشد اندام‌های هوایی گوشاب با کاهش سطح آب به صفر (خاک اشباع) به شدت کاهش می‌یابد. بنابراین در تولید برنج ارگانیک که از علف‌کش استفاده نمی‌شود، با بهره‌گیری از رقم مناسب و تغذیه صحیح شالیزار، امکان مدیریت گوشاب وجود دارد و نیازی به وجین دستی مکرر این علف‌هرز نیست؛ بعلاوه گوشاب خود یک عامل بازدارنده برای رویش دیگر علف‌های هرز است.

مطابقت دارد و بیانگر این واقعیت است که بهره‌گیری بیش از حد از غرقاب، سبب طغیان این علف‌هرز شده است.

محققان نشان داده‌اند که گوشاب، انعطاف‌پذیری فنوتیپی بالایی در انطباق خود با شرایط مختلف محیطی دارد (Ganiea et al., 2014). بنابراین، ایجاد شرایط غرقاب می‌تواند منجر به تسریع رشد رویشی گوشاب شود. وات و همکاران (Watt et al., 2007) در مطالعه خود نشان دادند که ایجاد شرایط غرقاب در طول سال، سبب افزایش جمعیت گوشاب می‌شود. آنها گزارش کردند که بیشترین افزایش جمعیت گوشاب در طی سه فصل بهار، تابستان و پاییز، در شرایطی مشاهده شد که ارتفاع آب، بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر بود. اسپنسر و کساندر (Spencer & Ksander, 1992) نیز در طی تحقیقی بر روی گوشاب به این نتیجه رسیدند که جوانه‌زنی اندام‌های رویشی علف‌هرز گوشاب در خاک‌هایی با درصد رطوبت بالا، سریع‌تر است.

تکثیر گوشاب از طریق اندام‌های زیرزمینی و هوایی و نیز اندام‌های زایشی صورت می‌گیرد. اگرچه اندام‌های زیرزمینی گوشاب تحت تأثیر رژیم آبیاری قرار نگرفت اما با توجه به نقش بذر و گره‌های ساقه در تکثیر گوشاب، به‌طور کلی می‌توان بیان داشت که با مدیریت آبیاری و کاهش ارتفاع آب می‌توان از تجمع زیست‌توده و گسترش گوشاب جلوگیری کرد.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که خسارت گوشاب در شالیزار، تحت تأثیر رقم برنج و اثر متقابل رقم و کود بود. تداخل گوشاب، سبب

منابع

Abu-Irmaileh, B.E. 1981. Response of hemp broomrape (*Orobanche ramosa*) infestation to some nitrogen compounds. *Weed Sci.* 29: 8–10.

Aldrich, R.J. and Kremer, R.J. 1997. Principles in weed management. Ames: Iowa State University Press. pp. 455.

Aminpanah, H. 2011. Response of more and less competitive rice cultivars to different densities

- of barnyardgrass. *J. Crop Produc.* 4: 67-84. (In Persian with English summary).
- Ampong-Nyarko, K. and De Datta, S.K. 1993. Effects of nitrogen application on growth, nitrogen use efficiency and rice-weed interaction. *Weed Res.* 33: 269-276.
- Babaei, S., Alizadeh, H., Jahan souz, M., Rahimian Mashahadi, H. and Minbashi Moeini, M. 2008. Managing Egyptian broomrape (*Phelipanche aegyptiaca* (Pers.) Pomel) using nitrogen fertilizer in tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *Iranian J. Weed Sci.* 4: 79-89. (In Persian with English summary).
- Barrett, S. and Seaman, D. 1980. The weed flora of California rice fields. *Aquat Bot.* 9: 351-376.
- Blackshaw, R.E., Brandt, R. N. Janzen, H. H., Entz, T., Grant, C.A. and Derksen, D.A. 2003. Differential response of weed species to added nitrogen. *Weed Sci.* 51: 532-539.
- Caton, B.P., Foin, T.C. and Hill, J.E. 1997. Mechanisms of competition for light between rice (*Oryza sativa*) and redstem (*Ammannia* spp.). *Weed Sci.* 45: 269-275.
- Dakheel, A.J., Radosevich, S.R. and Barbour, M.G. 1993. Effect of nitrogen and phosphorus on growth and interference between *Bromus tectorum* and *Taeniatherum asperum*. *Weed Res.* 33: 415-422.
- DiTomaso, J.M. 1995. Approaches for improving crop competitiveness through the manipulation of fertilization strategies. *Weed Sci.* 43: 491-497.
- Ganiea, A.H., Reshia, Z.A., Wafaia, B.A. and Puijalón, S. 2014. Phenotypic plasticity: Cause of the successful spread of the genus *potamogeton* in the Kashmir Himalaya. *Aqua. Bota.* 120: 283-289.
- Ghahraman, A. 1986. Flora of Iran. Research Institute of Forest and Rangelands Press. 8: 412-556. (In Persian with English summary).
- Gibson, K.D., Foin, T.C. and Hill J.E. 1999. The relative importance of root and shoot competition between water-seeded rice and *Echinochloa phyllopogon*. *Weed Res.* 39: 181-190.
- Mohler, C.L. 2001. Enhancing the competitive ability of crops. In *Ecological management of agricultural weeds*, ed. M. Liebman, C. L. Mohler, and C. P. Staver, 269-321. New York: Cambridge University Press.
- Mohamadi Chalajori, M. 2012. Study the effect of planting date on some of rice genotypes morphological and physiological characteristics. M.Sc. thesis. Islamic Azad University, Chalus Branch. pp: 72. (In Persian with English summary).
- Mozafarian, V. 1995. Dictionary of Iranian Plants Name. Iran: Farhang Moaser Press. (In Persian). pp. 671.
- Orooji, K., Rashed Mohassel, M.H., Rezvani Moghadam, P. and Nassiri Mahalati, M. 2014. Effects of type and different nitrogen rates on egyptian broomrape (*Orobanch aegyptica*) control in tomato (*Lycopersicon esculentum*). *J. Plant Protec.* 28: 184-193. (In Persian with English summary).
- Perera, K.K., Ayres, P.G. and Gunasena, H.P.M. 1992. Root growth and the relative importance of root and shoot competition in interactions between rice (*Oryza sativa*) and *Echinochloa crus-galli*. *Weed Res.* 32: 67-76.
- Santos, B.M., Dusky, J.A., Stall, W.M., Shilling, D.G. and Bewick, T.A. 1998. Phosphorus effects on competitive interactions of smooth pigweed (*Amaranthus hybridus*) and common purslane (*Portulaca oleracea*) with lettuce (*Lactuca sativa*). *Weed Sci.* 46: 307-312.
- Seaman, D.E. 1983. Farmers weed control technology for water-seeded rice in North America. In *Proceedings of the Conference on Weed Control in Rice*, 31 August-4 September 1981, pp. 167-76. Los Banos, Philippines: International Rice Research Institute.
- Spencer, D.F. and Ksander, G.G. 1992. Influence of temperature and moisture on vegetative propagule germination of *Potamogeton* species: implications for aquatic plants management. *Aqua. Bota.* 43: 351-364.
- Walters, C. 1991. Weeds control without poisons. Metairie, LA: Acres USA. pp. 352.
- Watt, S.C., Garcia-Berthou. and L.E., Vilar, L. 2007. The influence of water level and salinity on plant assemblages of a seasonally flooded Mediterranean wetland. *Plant Eco.* 189: 71-85.
- Yaghoubi, B. 2015. Chemical control of pondweed (*Potamogeton nodosus*) and barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in paddy fields. *Iran. J. Weed Sci.* 11: 195-207. (In Persian with English summary).
- Yaghoubi, B., Mazaheri, D., Baghestani, M.A., Alizadeh, H. and Atri, A. 2010. Study the morphological characteristics and growth

parameters of indigenous and modified rice varieties interfering with barnyardgrass. *Agronomic Practical Res.* 88: 54-68 (In Persian with English summary).

Yoshida, S. 1981. *Fundamentals of Rice Crop Science*. International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines. pp. 279.

Zhang, Z.P. 2003. Development of chemical weed control and integrated weed management in China. A Review. *Weed Biol. Manag.* 3, 197–203.

Zimdahl, R.L. 2004. *Weed-Crop Competition. A Review*. Second Edition. . Blackwell Publishing: pp. 220.