

## تأثیر زهکشی سطحی میان فصل بر روند رشد، شاخص‌های فیزیولوژیک و عملکرد برنج رقم طارم هاشمی

ماندانا پلنگی<sup>۱</sup>، نادر پیرمرادیان<sup>۲\*</sup>، ولی الله کریمی<sup>۳</sup> و بهمن امیری لاریجانی<sup>۳</sup>

۱- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه مهندسی آب دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان،

۳- عضو هیئت علمی مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز، آمل

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۸/۱۱ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۶/۳۰)

### چکیده

مدیریت مناسب آب در شالیزارها نقش مهمی در میزان سودمندی سایر نهاده‌های تولید در کشت برنج دارد. یک اقدام مهم در مدیریت آب شالیزار، اعمال زهکشی میان فصل است. به منظور بررسی تأثیر زهکشی سطحی میان فصل بر شاخص‌های رشد و عملکرد برنج رقم طارم هاشمی، آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و سه تکرار در مزرعه پژوهشی مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز در سال زراعی ۱۳۹۲ اجرا شد. تیمارهای آزمایش به صورت تداوم زهکشی صفر (شاهد)، ۵، ۷، ۹، ۱۱ و ۱۳ روز در نظر گرفته شدند و اثر آنها بر تعدادی از صفات شامل ارتفاع بوته، تعداد پنجه، طول خوشه، درصد دانه‌های پر، شاخص برداشت، ماده خشک، شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت جذب خالص و عملکرد دانه ارزیابی شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری نشان داد که تمامی صفات مورد بررسی به جز ماده خشک در تداوم‌های مختلف زهکشی میان فصل با مقدار متناظر در تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند. اعمال زهکشی میان فصل سبب افزایش مقادیر سرعت رشد محصول و سرعت جذب خالص نسبت به شرایط عدم اعمال زهکشی میان فصل شد. افزایش تداوم زهکشی میان فصل تا ۱۳ روز سبب کاهش عملکرد دانه به میزان ۱۳ درصد نسبت به تیمار شاهد شد که این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود. بنابراین، در شرایط کم آبی و با توجه به مزایای مختلف زهکشی میان فصل، می‌توان بدون کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، زهکشی میان فصل را تا ۱۳ روز ادامه داد.

**واژه‌های کلیدی:** زهکشی اراضی شالیزاری، سرعت جذب خالص، سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ

## مقدمه

برنج یکی از مهم‌ترین غلات جهان می‌باشد که منحصرًا به منظور مصرف انسان کشت می‌شود. این محصول یک سوم کل سطح زیر کشت جهانی غلات را در بردارد و حدود ۳۵ تا ۶۵ درصد کالری مصرفی ۲/۷ میلیارد نفر در جهان را تأمین می‌کند (Kazemi et al., 2007). تقریباً ۷۵ درصد برنج جهان از شالیزارهای فاریاب تولید می‌شود (Carmelita et al., 2011) که حدود ۵۰ درصد کل شالیزارهای دنیا را تشکیل می‌دهد (Katoh et al., 2003). آب مهم‌ترین نهاده برای تولید پایدار در مناطق برنج‌خیز است. علی‌رغم اینکه برنج غالباً به صورت غرقاب کشت می‌شود، کنترل آب مهم‌ترین عملیات مدیریتی است که نقش تعیین‌کننده‌ای در میزان سودمندی سایر نهاده‌های تولید (مواد غذایی، آفتکش، علفکش و غیره) در کشت برنج دارد (Darzi et al., 2013). در مورد برنج سوء مدیریت و یا ترس از خطر خشکی در طول فصل رشد موجب افراط در استفاده از آب می‌شود (Salahshour et al., 2009). طی چند سال اخیر، رشد بی‌سابقه تقاضا برای مصرف آب در بخش‌های صنعتی و شرب و کاهش میزان آب قابل استفاده در بخش کشاورزی موجب شده که آب تخصیص یافته به تولید برنج کاهش یابد و این امر تولید برنج را تهدید می‌کند. بنابراین لازم است راه‌های افزایش بهره‌وری آب مورد ارزیابی قرار گیرد.

بهره‌وری آب به صورت نسبت عملکرد محصول به مقدار آب مصرفی تعریف می‌شود (Ehsani and Khaledi, 2003). در نتیجه عواملی که باعث افزایش عملکرد و یا کاهش آب مصرفی شوند، بهره‌وری را بالا خواهند برد. یکی از عوامل افزایش بهره‌وری آب می‌تواند زهکشی میان‌فصل باشد. در زهکشی میان‌فصل، مزرعه شالیزار به گونه‌ای زهکشی می‌شود که سطح خاک به مدت ۷ الی ۱۰ روز در وضعیت غیر غرقاب قرار گیرد (Zare Abiane et al., 2009). با به‌کارگیری این روش مدیریت آب، اکسیژن کافی در اختیار منطقه ریشه برنج قرار می‌گیرد و مواد سمی از قبیل سولفیدها و اسیدهای آلی از منطقه فعالیت ریشه‌ها خارج می‌شوند (Kia, 2003). با انجام زهکشی میان‌فصل، عملکرد محصول افزایش می‌یابد، اما برای رسیدن به بهترین نتیجه باید مدیریت بهینه زمان و تداوم زهکشی مشخص شود (Thompson, 2006).

چوی و همکاران (Choi et al., 1995) تفاوت معنی‌داری بین میزان عملکرد در زمان‌های مختلف اجرای زهکشی میان‌فصل مشاهده نکردند. بک و همکاران (Back et al., 1997) بیان کردند که با افزایش تعداد دفعات انجام زهکشی در طول دوره رشد، عملکرد افزایش می‌یابد و ۲ یا ۳ بار زهکشی میان‌فصل را توصیه کردند. کونس و همکاران (Counce et al., 1990) نیز تخلیه آب ۱۴ تا ۲۵ روز بعد از غرقاب را مناسب دانستند و ذکر کردند که این عمل باعث کاهش عملکرد و یا کیفیت برنج نمی‌شود. تجزیه و تحلیل رشد گیاه جهت بررسی عوامل مؤثر بر عملکرد و رشد و نمو، با اندازه‌گیری دو عامل سطح برگ و وزن خشک در فواصل معین از دوره رشد انجام می‌شود (Slafar, 1996) و سپس سایر شاخص‌های رشد محاسبه می‌شوند. ارقامی از برنج که شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی و سرعت جذب خالص بالاتری دارند، روند رشد بهتر و نیز عملکرد بالاتری خواهند داشت (Ntanos and Koutroubas, 2002). سرعت رشد محصول حاصل ضرب سرعت جذب خالص شاخص سطح برگ است و حداکثر محصول زمانی به دست می‌آید که این دو شاخص در بیش‌ترین مقدار باشند (Slafar, 1996).

با توجه به مطالعات و تحقیقات صورت گرفته در زمینه زهکشی میان‌فصل، این راه‌کار در صورت اعمال مدیریت صحیح در افزایش عملکرد و بهره‌وری آب و نیز ارتقاء مدیریت زراعی می‌تواند مؤثر باشد. در این تحقیق اثر تداوم زهکشی سطحی میان‌فصل بر روند رشد، شاخص‌های مورفولوژیک، فیزیولوژیک و عملکرد برنج رقم طارم هاشمی مورد ارزیابی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه شالیزاری مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز واقع در کیلومتر ۱۰ جاده آمل- محمودآباد در استان مازندران با موقعیت جغرافیایی ۵۸° ۳۶' عرض شمالی و ۵۲° ۱۷' طول شرقی و ارتفاع ۵/۵ متر از سطح دریا، در سال زراعی ۱۳۹۲ انجام شد. اطلاعات هواشناسی حاصل از ایستگاه هواشناسی مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز در طول دوره رشد گیاه به صورت ماهیانه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- میانگین برخی پارامترهای هواشناسی منطقه مورد مطالعه

Table 1. Average of some meteorological parameters at study area

ماه Month	تعداد روزهای ثبت شده The number of recorded days	بارندگی Rainfall (mm/month)	دمای بیشینه The maximum temperature (°C)	دمای کمینه The minimum temperature (°C)	رطوبت نسبی بیشینه (%) The maximum relative humidity (%)	رطوبت نسبی کمینه (%) The minimum relative humidity (%)	تبخیر (میلی‌متر) Evaporation (mm)
اردیبهشت April-May	31	23.5	16.8	12.3	91	51.4	122
خرداد May-June	31	21	21.6	16.9	90.1	53.5	75
تیر June-July	31	3	27	21.7	89.3	53.2	179
مرداد July-Aug.	31	56.5	28.8	23.8	89.7	55.1	157.5

شد. تاریخ انجام عملیات زراعی و اعمال زهکشی میان فصل برای کرت‌های مورد مطالعه در جدول ۳ نشان داده شده است. عملیات زهکشی به صورت سطحی در تمامی کرت‌ها انجام شد. رقم برنج مورد بررسی، طارم هاشمی یکی از ارقام محلی منطقه بود. در هر نوبت آبیاری ارتفاع آب آبیاری محاسبه شده و با توجه به مساحت هر کرت، حجم آب آبیاری به دست آمد. در پایان هر تداوم زهکشی، مقدار آب مصرفی هر کرت به روش حجمی اندازه‌گیری شد.

برخی از شاخص‌های گیاهی مانند ارتفاع بوته و تعداد پنجه در بوته در تاریخ‌های مشخصی از دوره رشد گیاه اندازه‌گیری شد. همچنین، طول خوشه، درصد دانه‌های پر، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه (در رطوبت ۱۴ درصد) در زمان برداشت با نمونه‌برداری از واحد سطح هر کرت اندازه‌گیری شد. برای تعیین عملکرد دانه، در مساحت یک مترمربع از هر کرت، بوته‌ها کف بر شده و پس از هوا خشک کردن، خرمنکوبی و توزین، عملکرد دانه بر اساس رطوبت ۱۴ درصد محاسبه شد.

جهت تعیین خصوصیات خاک محل آزمایش، پیش از نشاکاری و اضافه نمودن هر نوع کودی، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک، نمونه‌برداری و سپس مورد تجزیه آزمایشگاهی قرار گرفت (جدول ۲). طرح آزمایشی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۶ تیمار برای مدت زمان تداوم زهکشی میان فصل (صفر یا تیمار شاهد، ۵، ۷، ۹، ۱۱ و ۱۳ روز) در ۳ تکرار در کرت‌هایی به ابعاد ۴×۵ متر اجرا شد. چگونگی قرار گرفتن کرت‌های آزمایشی در مزرعه مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است.

جهت حذف نفوذ جانبی و جلوگیری از رشد علف‌های هرز، مرزهای اطراف کرت‌ها تا عمق ۳۰ سانتی‌متری با استفاده از پوشش پلاستیکی پوشانده شد. مخلوطی از کودهای اوره (۴۶٪)، سوپر فسفات تریپل و پتاس به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار (۵۰۰ گرم برای هر کرت) یک روز پیش از نشاءکاری به زمین داده شد. فرآیند آماده‌سازی بذر، تهیه خزانه، عملیات نشاء و عملیات داشت مطابق توصیه کارشناسان مرکز صورت گرفت. آرایش نشاءها در کرت‌ها به صورت ۲۰×۲۰ سانتی‌متر و ۳ نشاء در کپه انجام

جدول ۲- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر

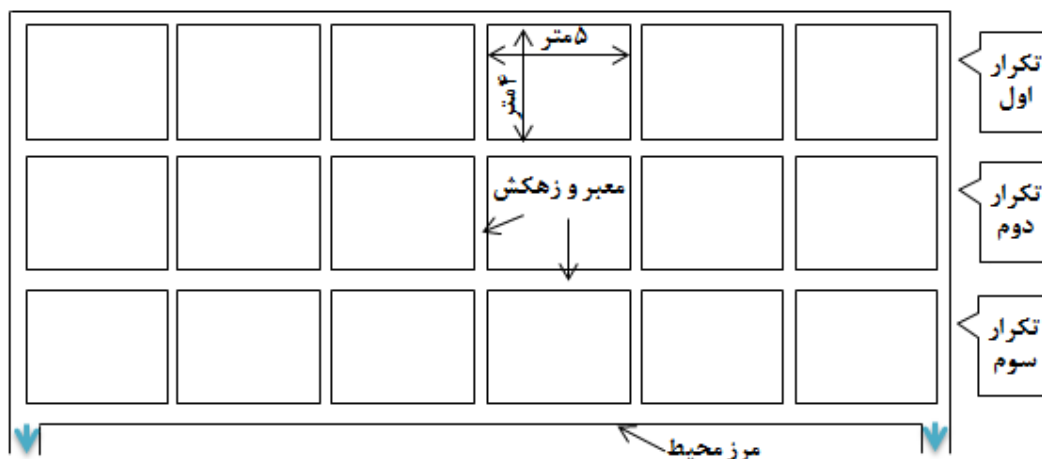
Table 2. Some soil physical and chemical characteristics of experimental field in depth of 0-30 cm

هدایت الکتریکی EC (ds/m)	نیتروژن کل (%) Total nitrogen	فسفر قابل جذب Phosphorus (ppm)	پتاسیم قابل جذب Potassium (ppm)	درصد ذرات			بافت خاک Soil texture
				Particles percentage			
				رس Clay	لای Silt	شن Sand	
1.25	0.181	27.07	174.9	10.9	74.6	14.5	سیلتی لوم Silt loam

جدول ۳- تاریخ انجام عملیات زراعی برای کرت‌های آزمایشی

Table 3. Date of field operations for the experimental plots

عملیات نشاکاری Transplanting	شروع زهکشی Start of drainage	آخرین آبیاری پیش از برداشت Last irrigation before harvesting	برداشت Harvesting
May 7, 2013	June 19, 2013	July 31, 2013	August 9, 2013



شکل ۱- شمای کرت‌های آزمایشی

Figure 1. Scheme of experimental plots

$$NAR = \frac{CGR}{(LAI_1 + LAI_2)/2} \quad (3)$$

که در آن‌ها،  $W_1$  و  $W_2$  وزن ماده خشک تولیدی در دو برداشت متوالی،  $P$  سطح زمینی که در هر نمونه برداری توسط گیاه اشغال می‌شود،  $T_1$  و  $T_2$  فاصله زمانی بین دو برداشت متوالی و  $LAI_1$  و  $LAI_2$  شاخص سطح برگ در دو برداشت متوالی است.

جهت محاسبه بهره‌وری آب از رابطه ۴ استفاده شد (Govindarajan et al., 2008):

$$WP_{I+R} = \frac{Y_g}{I+R} \quad (4)$$

در این رابطه،  $WP_{I+R}$  بهره‌وری آب بر اساس مجموع آب آبیاری و بارش (کیلوگرم بر متر مکعب)،  $Y_g$  عملکرد (کیلوگرم بر هکتار) و  $I+R$  مجموع آب آبیاری و بارش (متر مکعب) است.

داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

شاخص برداشت (HI) نیز با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد (Mahdavi et al., 2005):

$$HI = \frac{EY}{BY} \times 100 \quad (1)$$

که در آن  $EY$  عملکرد اقتصادی و  $BY$  عملکرد بیولوژیک است.

برای انجام مطالعات فیزیولوژیک، از تمامی کرت‌ها با رعایت حاشیه، نمونه‌های گیاهی برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد. سپس سطح برگ به روش وزنی اندازه‌گیری و شاخص سطح برگ محاسبه گردید. پس از آن نمونه‌های گیاهی در آون با دمای ۷۵ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت خشک شده و با ترازوی دیجیتال بادقت ۰/۰۱ گرم توزین شد. بدین ترتیب مولفه‌های وزن خشک کل و شاخص سطح برگ در طول دوره رشد اندازه‌گیری شد. نمونه‌برداری‌ها در زمان ۴۲، ۵۴، ۶۴، ۷۶ و ۹۵ روز پس از نشاءکاری انجام شد. برای محاسبه سرعت رشد محصول ( $CGR$ ) و سرعت جذب خالص ( $NAR$ ) از روابط ۲ و ۳ استفاده شد (Hunt, 1997):

$$CGR = \frac{W_2 - W_1}{P(T_2 - T_1)} \times 100 \quad (1)$$

## نتایج و بحث

با اعمال آبیاری تناوبی در دوره‌های ۵، ۸ و ۱۱ روز برای رقم هیبرید بهار به نتیجه مشابهی دست یافتند و بیان داشتند که ارتفاع بوته در اثر کاهش میزان آب مصرفی کاهش نیافت.

همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، بین تعداد پنجه در بوته در تیمارهای مختلف تداوم زهکشی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. کمترین و بیشترین تعداد پنجه در بوته برابر ۱۵/۳ و ۲۰ به ترتیب در تیمارهای تداوم صفر و ۹ روز به‌دست آمد. بک و همکاران (Back *et al.*, 1997) نیز طی مطالعه‌ای بر دفعات اجرای زهکشی میان فصل، با ۲ یا ۳ بار زهکشی میان فصل در طول دوره رشد نتیجه‌ای مشابه گزارش کردند.

نتایج تجزیه واریانس اثر زهکشی میان فصل بر صفات مورد مطالعه در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر تیمارهای زهکشی میان فصل به جز ماده خشک، بر سایر صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود و بلوک نیز بر کلیه صفات مورد نظر تاثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۴).

با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده ارتفاع گیاه در تیمارهای مختلف تداوم زهکشی، کمترین ارتفاع گیاه با مقدار ۱۲۸/۶ سانتی‌متر در تیمار تداوم ۵ روز و بیشترین ارتفاع با مقدار ۱۳۵ سانتی‌متر در تیمار تداوم ۹ روز به‌دست آمد. صابری و همکاران (Sabeti *et al.*, 2011) نیز

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مورد مطالعه بر خصوصیات اندازه‌گیری شده

Table 4. Analysis of variance for the effect of studied treatments on the measured characteristics

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square								
		ارتفاع بوته Plant height	تعداد پنجه بارور Number of effective tiller	طول خوشه Panicle length	درصد دانه‌های پر Filled grains percentage	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بیولوژیک Biomass	عملکرد دانه Grain yield	بهره‌وری آب Water Productivity	
Block بلوک	2	136.05 <sup>ns</sup>	36.16 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	2.01 <sup>ns</sup>	7.37 <sup>ns</sup>	6970737 <sup>ns</sup>	132167 <sup>ns</sup>	0.005 <sup>ns</sup>	
Treatment تیمار	5	17.56 <sup>ns</sup>	9.47 <sup>ns</sup>	1.88 <sup>ns</sup>	10.73 <sup>ns</sup>	36.97 <sup>ns</sup>	6606728 <sup>**</sup>	374601 <sup>ns</sup>	0.005	
Error خطا	12	127.89	12.06	2.39	11.76	30.82	3755833	455645	0.011	
ضریب تغییرات (%) CV (%)	-	7.37	18.67	5.55	3.93	14.83	17.83	12.54	0.108	

<sup>ns</sup>، \* و \*\*: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

<sup>ns</sup>، \* and \*\*: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک برنج در تیمارهای تداوم زهکشی

Table 5. Mean comparison of rice biomass in different drainage duration treatments

تیمار Treatment	T0	T5	T7	T9	T11	T13
عملکرد بیولوژیک Biomass (kg.ha <sup>-1</sup> )	9202.6 <sup>b</sup>	13441.9 <sup>a</sup>	12793.8 <sup>ab</sup>	11903.5 <sup>ab</sup>	12681.1 <sup>ab</sup>	12070.4 <sup>ab</sup>

میانگین‌های دارای یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different by the Duncan's test at 5% probability level.

اهمیت است که باید مورد توجه قرار گیرد. رضایی و نحوی (Rezaei and nahvi, 2007) گزارش نمودند تفاوت معنی‌داری در عملکرد در مدیریت های آبیاری غرقاب، ۳، ۶ و ۹ روز پس از ناپدید شدن آب از سطح کرت بر روی دو واریته برنج بینام و حسنی مشاهده نشد. گیلانی و آبسالان (Gilani and Absalan, 2004)، تابال و همکاران (Tabal et al., 2002) و تانگ و بومن (Tuong and Bouman, 2003) نیز در تحقیقات خود درباره مقایسه مدیریت‌های آبیاری بر عملکرد برنج نتایج مشابهی گزارش کردند.

میانگین حجم آب آبیاری مصرفی در تیمارهای مورد مطالعه در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود حجم آب آبیاری در تیمار تداوم زهکشی ۵ روز نسبت به تیمار شاهد کاهش یافته و سپس با اعمال تداوم زهکشی ۷ روز افزایش یافته و پس از آن روند کاهش دارد. کاهش آب مصرفی در تیمار تداوم زهکشی ۵ روز نسبت به تیمار شاهد را می‌توان به اعمال تداوم مذکور و عدم انجام آبیاری در طول دوره زهکشی نسبت داد. از طرفی افزایش آب مصرفی با اعمال تداوم زهکشی ۷ روز نسبت به تداوم ۵ روز را می‌توان ناشی از کاهش رطوبت خاک تا حد پیدایش درز و ترک در خاک و به تبع آن افزایش حجم آب مورد نیاز جهت اشباع کردن دوباره خاک پس از دوره تداوم زهکشی دانست. بیشترین حجم آب آبیاری با مقدار ۶۳۳۸ متر مکعب در هکتار مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن با مقدار ۵۳۶۳ متر مکعب بر هکتار به تداوم زهکشی ۱۳ روز مربوط بود. بر این اساس اعمال تداوم‌های مختلف زهکشی میان فصل موجب صرفه‌جویی در آب مصرفی از ۰/۴ تا ۱۵/۴ درصد شد.

در سطح احتمال ۵ درصد بین مقادیر بهره‌وری آب محاسبه شده در اثر اعمال تیمارهای مختلف زهکشی میان فصل، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). بررسی شاخص بهره‌وری آب آبیاری در بین تیمارهای مختلف نشان داد که تیمار تداوم زهکشی ۵ روز با مقدار ۰/۹۶۳ کیلوگرم بر متر مکعب بیشترین و تیمار تداوم زهکشی ۹ روز با مقدار ۰/۸۵۳ کیلوگرم بر متر مکعب کمترین بهره‌وری آب را داشتند. بهره‌وری آب در تیمار شاهد ۰/۸۶۳ کیلوگرم بر متر مکعب به دست آمد، اعمال زهکشی میان فصل باعث ارتقاء بهره‌وری آب به میزان حدود ۰/۱ کیلوگرم بر مترمکعب شد.

کمترین و بیشترین مقدار طول خوشه در اثر اعمال تیمارهای تداوم زهکشی به ترتیب برابر ۲۵/۸۸ و ۲۷/۹۰ سانتی‌متر و در تیمارهای تداوم ۷ و ۱۱ روز به دست آمد. بیشترین و کمترین مقدار درصد دانه‌های پر به ترتیب برابر ۸۷/۸۹ در تیمار شاهد و ۸۲/۵۴ در تیمار تداوم زهکشی ۵ روز به دست آمد.

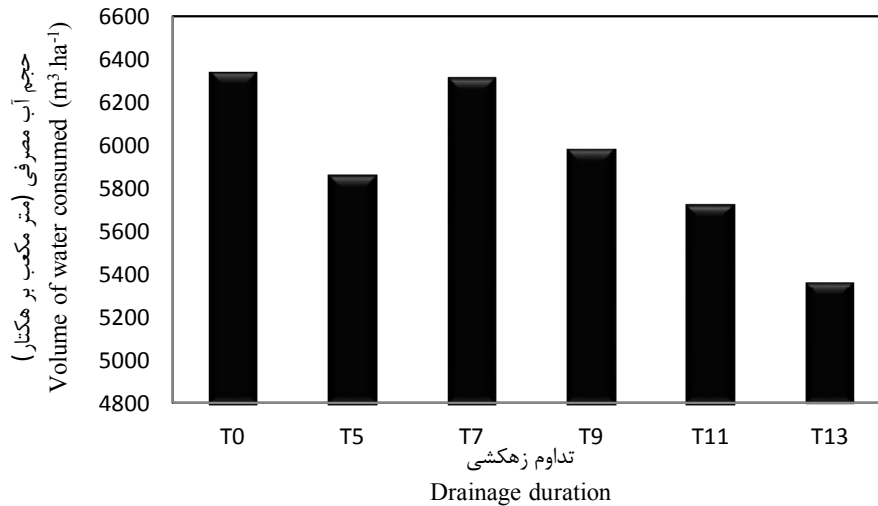
مقدار شاخص برداشت از ۳۴/۱۵ درصد در تیمار تداوم زهکشی ۱۱ روز تا ۴۴/۱۴ درصد در تیمار تداوم زهکشی ۷ روز متغیر بود. در مطالعات درزی و همکاران (Darzi et al., 2013) نیز در اثر اعمال تیمارهای زهکشی سطحی و زیرزمینی تفاوت معنی‌داری در شاخص برداشت مشاهده نشد. صابری و همکاران (Saberi et al., 2011) نیز با به کار گیری آبیاری تناوبی نتیجه مشابهی گزارش کردند.

بین مقادیر به دست آمده ماده خشک در اثر اعمال تیمارهای مختلف تداوم زهکشی، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۵). کمترین مقدار ماده خشک برابر ۹۲۰۲ کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد و بیشترین آن برابر ۱۳۴۴۲ کیلوگرم در هکتار در تیمار تداوم زهکشی ۵ روز به دست آمد. در حالی که اختلاف بین مقادیر به دست آمده ماده خشک در دو تیمار مذکور در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود، ولی اختلاف معنی‌دار بین ماده خشک در این تیمارها با تیمارهای تداوم زهکشی ۷، ۹، ۱۱ و ۱۳ روز مشاهده نشد. میری و همکاران (Miri et al., 2012) نیز با بررسی اثر آبیاری تناوبی بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج نشان دادند که آبیاری اثر مثبتی بر تولید ماده خشک برنج دارد به گونه‌ای که در تیمارهای تناوبی در کل فصل رشد، غرقابی تا مرحله پنجه‌زنی و غرقابی تا مرحله ساقه رفتن تولید ماده خشک به ترتیب ۳۲/۴، ۲۵/۶ و ۱۷/۲ درصد در مقایسه با غرقابی در کل فصل رشد کاهش یافت.

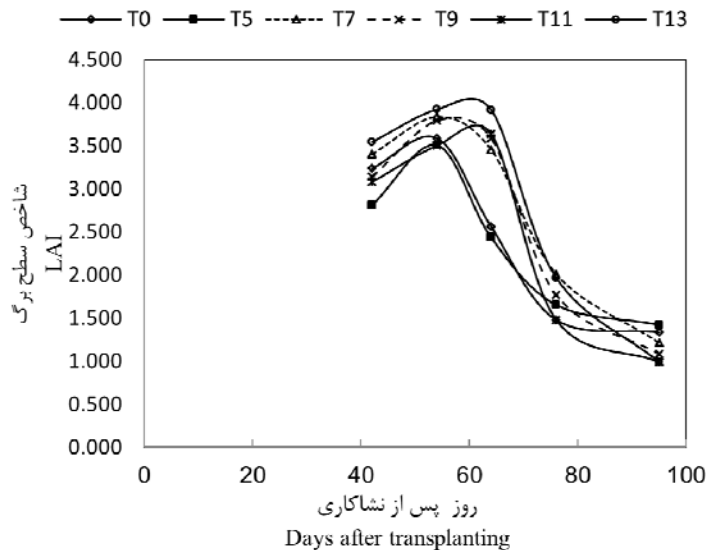
بیشترین عملکرد دانه در تیمار تداوم زهکشی ۵ روز با مقدار ۵۶۷۴ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در تیمار تداوم زهکشی ۱۳ روز با مقدار ۴۷۴۲ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. با وجود معنی‌دار نشدن تفاوت بین مقادیر عملکرد در اثر اعمال تیمارهای مختلف تداوم زهکشی، وجود اختلاف حدود یک تن در هکتار بین عملکردهای به دست آمده از نظر اقتصادی و با توجه به عدم اعمال قیمت واقعی آب در شرایط کنونی برای کشاورزان دارای

روز با شیب کمتری صورت گرفت. بیشترین و کمترین مقادیر حداکثر شاخص سطح برگ به ترتیب برابر ۳/۹ و ۳/۵ برای تیمار تداوم زهکشی ۵ روز به دست آمد. تجمع ماده خشک در تمامی تیمارهای تداوم زهکشی همواره روندی صعودی داشت، با این تفاوت که این روند افزایشی در تیمار شاهد نسبت به سایر تیمارها با شیب کمتری صورت گرفت و بیشترین شیب به تیمار تداوم زهکشی ۵ روز تعلق دارد.

روند تغییرات شاخص سطح برگ (LAI) و تجمع ماده خشک (DM) نسبت به زمان در تیمارهای مختلف تداوم زهکشی به ترتیب در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. حداکثر شاخص سطح برگ در همه تیمارها به جز تیمار تداوم زهکشی ۱۱ روز در مرحله گرده‌افشانی (۶۴ روز پس از نشاکاری) رخ داد و سپس کاهش یافت. به نظر می‌رسد که کاهش شاخص سطح برگ در انتهای فصل رشد به علت پژمردگی برگ‌های پائینی و ریزش برگ‌ها باشد که این کاهش روند در تداوم‌های صفر و ۵



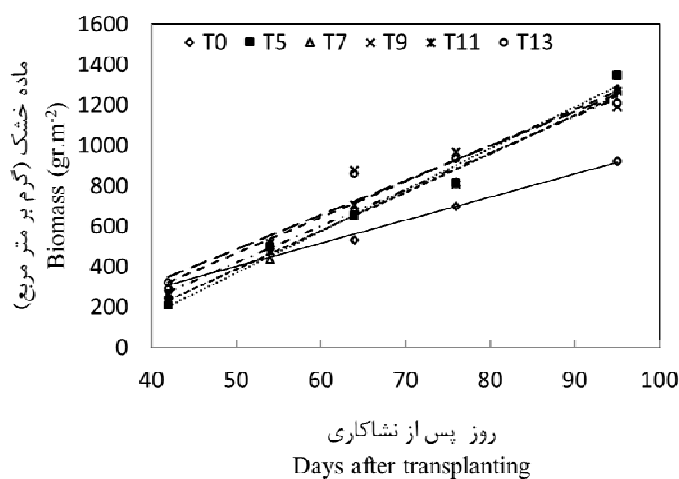
شکل ۲- میانگین حجم آب آبیاری مصرفی در تیمارهای تداوم زهکشی میان فصل  
Figure 2. The average volume of irrigation water consumed in the drainage duration treatments



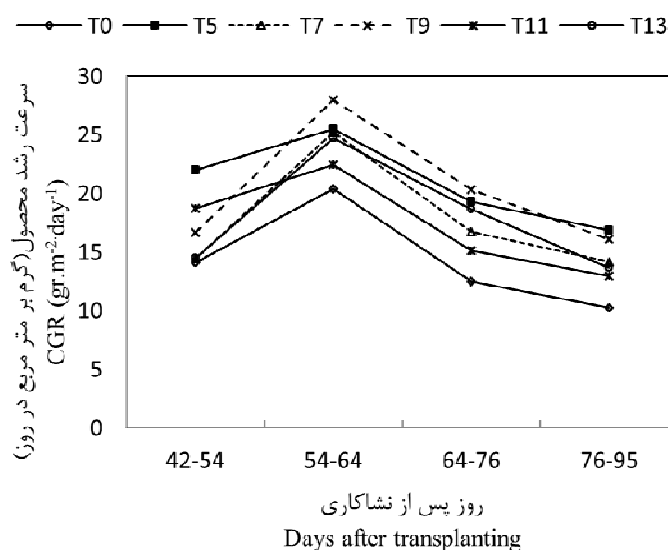
شکل ۳- روند تغییرات شاخص سطح برگ طی دوره رشد در تیمارهای تداوم زهکشی میان فصل  
Figure 3. The trend of LAI during growing season in the drainage duration treatments

بعد از این مرحله به دلیل پیری و ریزش برگ‌ها سرعت رشد محصول و همچنین سرعت جذب خالص کاهش یافت. در شاخص سطح برگ بالا، افزایش تنفس موجب کاهش سرعت رشد محصول و همچنین سرعت جذب خالص می‌شود. نتایج نشان داده شده در شکل‌های ۵ و ۶ نیز موید این نکته می‌باشد.

جذب خالص (NAR) نسبت به زمان در تیمارهای مختلف تناوم زهکشی به ترتیب در شکل‌های ۵ و ۶ نشان داده شده است. سرعت رشد محصول در همه تیمارهای تناوم زهکشی در طول دوره رشد رویشی روند افزایشی داشت و در مرحله گرده افشانی به بالاترین مقدار خود رسید و پس از این مرحله کاهش یافت. افزایش CGR تا قبل از گرده افشانی به دلیل افزایش شدیدتر LAI بود ولی

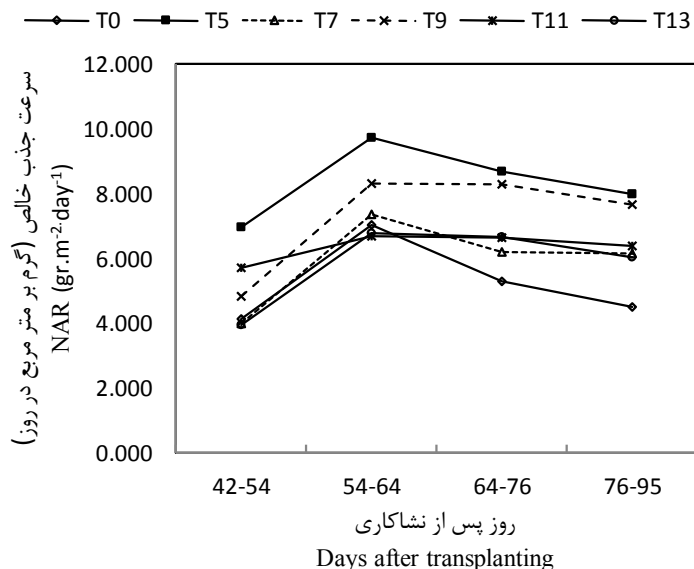


شکل ۴- روند تغییرات تجمع ماده خشک طی دوره رشد در تیمارهای تناوم‌های زهکشی میان فصل  
Figure 4. The trend of dry matter accumulation during growing season in the drainage treatment



شکل ۵- روند تغییرات سرعت رشد محصول طی دوره رشد در تیمارهای تناوم‌های زهکشی میان فصل  
Figure 5. The trend of crop growth rate (CGR) during growing season in the drainage duration treatments





شکل ۶- روند تغییرات سرعت جذب خالص طی دوره رشد در تیمارهای تداوم‌های زهکشی میان فصل  
Figure 6. The trend of net assimilation rate (NAR) during growing season in the drainage duration treatments

جذب خالص در کشت برنج شد. در شرایط کم آبی و نیز با هدف صرفه‌جویی در مصرف آب که در این پژوهش تا ۱۵/۴ درصد بود، همچنین با در نظر گرفتن مزایای زهکشی میان‌فصل مانند قرار گرفتن اکسیژن کافی در اختیار ریشه گیاه برنج و خروج مواد سمی از منطقه ریشه گیاه، می‌توان بدون کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، تداوم زهکشی میان‌فصل را تا ۱۳ روز بر اساس نتایج این پژوهش افزایش داد. توصیه می‌شود جهت بررسی دقیق‌تر، ارقام دیگر برنج و تداوم‌های زهکشی بیش از ۱۳ روز نیز مورد آزمایش قرار گیرند.

با افزایش شاخص سطح برگ، در همه تیمارها سرعت جذب خالص ابتدا تا مرحله گرده افشانی افزایش و سپس کاهش یافت (شکل ۶) که این امر می‌تواند به این علت باشد که در مرحله گرده‌افشانی بیشترین سطح برگ در واحد سطح وجود دارد که این خود موجب سایه‌اندازی برگ‌ها روی یکدیگر و در نتیجه کاهش مقدار فتوسنتز خالص گردد. در تداوم‌های مختلف اختلاف محسوسی در مقدار اولیه سرعت جذب خالص دیده می‌شود. علت این امر می‌تواند تفاوت در میزان تشعشع خورشیدی دریافت شده به وسیله برگ‌ها باشد (Hasegawa and Horie, 1996).

### نتیجه‌گیری

با وجود حصول بالاترین عملکرد در تیمار زهکشی سطحی میان‌فصل با تداوم ۵ روز، افزایش تداوم زهکشی میان‌فصل تا ۱۳ روز سبب کاهش عملکرد دانه به میزان ۱۳ درصد نسبت به تیمار شاهد شد، اما این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود. اعمال زهکشی سطحی میان‌فصل موجب افزایش شاخص‌های سرعت رشد محصول و سرعت

## References

- Back, N. H., Kim, S. S., Park, H. G., Shin, H. T., Cho, S. Y. and Lee, S. Y. 1997.** Influence of midsummer drainage times on growth and lodging of rice plant in direct seeding on flooded paddy surface. **Crop Science** 42 (6): 722-728.
- Carmelita, Ma., Albertoa, R., Wassmanna, R., Hiranob, T., Miyatac, A., Hatanob, R., Kumara, A., Padrea, A. and Amante, M. 2011.** Comparisons of energy balance and evapotranspiration between flooded and aerobic rice fields in the Philippines. **Agricultural Water Management** 98: 1417-1430.
- Choi, M. G., Kim, S. S., Lee, S. Y. and Choi, S. Y. 1995.** Influence of midsummer drainage on growth and lodging of rice in direct seeding on dry paddy. **Crop Science** 40: 574-579.
- Counce, A. P., Siebenmorgen, T. J., Vories, E. D. and Pitts, D. J. 1990.** Time of draining and harvest effects on rice grain yield and quality. **Production Agriculture** 3 (4): 436-445.
- Darzi, A. A., Mirlotfi, S. M., Shahnazari, A., Ejlali, F. and Mahdian, M. H. 2013.** Effect of surface and subsurface drainage in paddy fields on rice yield and its components. **Iranian Journal of Water Research in Agriculture** 26: 61-70. (In Persian).
- Ehsani, M. and Khaledi, H. 2003.** Agricultural water productivity. Iranian National Committee on Irrigation and Drainage Publications. (In Persian).
- Gilani, A. and Absalan, S. A. 2004.** Effects of different irrigation regimes on the performance level and growth of rice cultivars in Khuzestan. Final report of the research project. Agricultural Research and Education Organization. (In Persian).
- Govindarajan, S., Ambujam, N. K. and Karunakaran, K. 2008.** Estimation of paddy water productivity (WP) using hydrological model: an experimental study. **Paddy and Water Environment** 6: 327-339.
- Hasegawa, T. and Horie, T. 1996.** Leaf nitrogen, plant age and crop dry matter production in rice. **Field Crops Research** 47: 107-116.
- Hunt, R. 1997.** Analysis of crop growth. Mashhad University Jihad Publications. (In Persian).
- Katoh, M., Iwata, A., Shaku, I., Nakajima, Y., Matsuya, K. and Kimura, M. 2003.** Impact of water percolation on nutrient leaching from an irrigated paddy field in Japan. **Soil Use and Management** 19: 298-304.
- Kazemi Posht Masari, H., Pirdashti, H. A., Bahmanyar M. A. and Nasiri, M. 2007.** Effect of split application of nitrogen fertilizer rates on yield and yield components of different rice cultivars. **Journal of Research and Development in Agriculture and Horticulture** 75: 68-77. (In Persian).
- Kia, A. 2003.** Underground drainage in paddy fields. Haraz Agricultural Human Resource Development Centre Publications. (In Persian).
- Mahdavi, F., Esmaceli, M. A., Fallah, A. and Pirdashti, H. A. 2005.** Study of morphological characteristics, physiological indices, grain yield and its components in rice (*Oryza sativa* L.) landraces and improved cultivars. **Iranian Journal of Crop Sciences** 4: 280-297. (In Persian).
- Miri, H. R., Niakan, V. and Bagheri, A. R. 2012.** Effect of intermittent irrigation on yield, yield components, water productivity in rice directly cultivation in the region Kazeroun. **Production of Horticultural Crops** 5: 13-26. (In Persian).
- Ntanos, D. A. and Koutroubas, S. D. 2002.** Dry matter and N accumulation and translocation for Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions. **Field Crops Research** 74: 93-101.
- Rezaei, M. and Nahvi, M. 2007.** Effects of different management practices on soil clay irrigation water use efficiency and some of the traits of local varieties of rice in Gilan. **Research of Agricultural Sciences** 9: 15-25. (In Persian).
- Saberi, T., Amiri, A., Paknezhad, F., Pazoki, A. and Azinpour, K. 2011.** Effect of nitrogen fertilizer and irrigation management on yield, yield components and water use efficiency of hybrid rice cultivar (Bahar). **Crop Physiology** 11: 119-135. (In Persian).
- Salahshoor Delivand, F., Nazemi, A. and Yazdani, M. 2009.** Improved management of water distribution in paddy fields. Proceeding of 12<sup>th</sup> Conference of Iranian National Committee on Irrigation and Drainage. February 24-25. Tehran, Iran. pp: 474. (In Persian).
- Slafer, G. 1996.** Physiological principles of plant breeding. Mashhad University Jihad Publications. (In Persian).
- Tabbal, D. F., Lampayan, R. M. and Bhuiyan, S. I. 2002.** Water-efficient irrigation technique for rice. In: Murty, V. V. N. and Koga, K. (Eds.). Proceeding of the International Workshop on Soil and Water

Engineering for Paddy Field Management. January 28-30. Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.

**Thompson, J. 2006.** Mid-season drainage of rice: Is it worth trialing on your crop? **IREC Farmers Newsletter** 173: 54-56.

**Tuong T. P. and Bouman, A. M. 2003.** Rice production in water-scarce environments. In: Kijne, J. W. Barker, R. and Molden, D. (Eds.). Water productivity in agriculture: Limits and Opportunities for Improvement. pp: 53-67. CAB International, Wallingford, UK.

**Zare Abiane, H., Nouri, H., Liaghat, A. M. and Karimi, V. A. 2009.** Effect of underground drainage on rice yield in paddy fields (case study CAPIC). Proceeding of the First Regional Conference on Soil and Water Resource Management and Its Role in Agriculture. February 21-23. Tehran, Iran. pp: 485. (In Persian).

## The effect of surface midseason drainage on growth, physiological indices and grain yield of rice variety Taron-Hashemi

Mandana Palangi<sup>1</sup>, Nader Pirmoradian<sup>2\*</sup>, Valiollah Karimi<sup>3</sup> and Bahman Amiri-Larijani<sup>3</sup>

1 and 2. M. Sc. Student and Assist. Prof., respectively, Dept. of Water Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, 3. Scientific Staff Member, Haraz Promotion & Technology Development Center, Amol, Iran

(Received: November 2, 2013- Accepted: September 21, 2014)

### Abstract

Proper water management in the paddy fields has an important role in the efficacy of other production inputs in rice cultivation. One of the important managements of paddy fields is mid-season drainage. To investigate the influence of surface mid-season drainage on growth and yield of rice cultivar Taron-Hashemi, a field experiment was carried out in randomized complete block design with six treatments and three replications in Haraz Promotion and Technology Development Center in 2013. The experimental treatments were drainage duration of zero (control), 5, 7, 9, 11 and 13 days and their effects were determined on plant height, number of tillers, panicle length, grain filling percentage, harvest index, dry weight, leaf area index, crop growth rate, net assimilation rate and grain yield. Statistical analysis showed that the effect of midseason surface drainage on dry matter was significant and there were no significant difference for other studied characteristics in compared with control treatment. Application of midseason drainage increased the crop growth rate and net assimilation rate. Increasing midseason drainage duration to 13-day caused in decreasing grain yield as 13% with compared to control treatment. Therefore, in drought condition and due to midseason drainage benefits, duration of midseason drainage could be increased to 13-day without not-significant decreasing in grain yield.

**Keywords:** Crop growth rate, Leaf area index, Net assimilation rate, Paddy field drainage

\*Corresponding author: [npirmoradian@guilan.ac.ir](mailto:npirmoradian@guilan.ac.ir)