

بررسی تأثیر روش مصرف علف‌کش تیوبنکارب در ایجاد عارضه کوتولگی برنج

بیژن یعقوبی^{۱*}، محمدعلی باغستانی^۲، حسن علیزاده^۳، حمید رحیمیان^۳، ناصر دواتگر^۱، آتوسا فرح‌پور^۱

^۱مؤسسه تحقیقات برنج کشور ^۲مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی ^۳پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۰/۲۰

تاریخ پذیرش: ۹۱/۷/۱۹

چکیده

به منظور بررسی تأثیر روش مصرف و غلظت علف‌کش تیوبنکارب در ایجاد عارضه کوتولگی در شالیزار، این تحقیق در سال‌های زراعی ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ در مزارع آزمایشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور اجرا گردید. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و به صورت فاکتوریل خرد شده در سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اصلی زمان مصرف علف‌کش (در دو سطح قبل و بعد از نشاءکاری)، فاکتور فرعی زمان غرقاب (در دو سطح قبل و بعد از مصرف علف‌کش) و فاکتور فرعی غلظت علف‌کش (۰، ۱/۵، ۳، ۴/۵ و 6 kg.ai.ha^{-1}) بود. مشاهدات مزرعه‌ای نشان داد که علف‌کش تیوبنکارب سبب بروز عارضه کوتولگی گردیده و نشانگان شاخص این عارضه شامل رنگ سبز تیره، کاهش ارتفاع، افزایش پنجه‌های غیر بارور، پیچیدگی برگ و ساقه و عدم توسعه میانگره بود. این علائم از ۴-۶ هفته پس از نشاءکاری نمایان، و تا زمان برداشت قابل مشاهده بودند. تجزیه داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی و متقابل تیمارهای مورد بررسی بر میزان کوتولگی، روز تا ۵۰٪ گلدهی، تلقیح دانه، شاخص برداشت، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک بسیار معنی‌دار بود. بررسی روند تغییرات صفات فوق در مقادیر و روش‌های مختلف کاربرد تیوبنکارب نشان داد که بطور کلی مصرف علف‌کش به دو روش رایج "قبل از غرقاب و قبل از نشاءکاری" و "بعد از غرقاب و بعد از نشاءکاری" به ترتیب دارای بیشترین و کمترین اثرات منفی بر صفات اندازه‌گیری شده بود. شدت کوتولگی در کاربرد علف‌کش به روش "قبل از نشاءکاری و قبل از غرقاب" بطور نسبی هفت برابر بیشتر از مقدار آن در کاربرد علف‌کش به روش "بعد از نشاءکاری و پس از غرقاب" بود. متوسط کاهش عملکرد دانه و بیولوژیک برنج نیز در اثر ابتلاء به کوتولگی در کاربرد تیوبنکارب به روش "قبل از نشاءکاری و قبل از غرقاب" حدود ۵۰ درصد و در کاربرد این علف‌کش به روش "پس از نشاءکاری و پس از غرقاب" ۲۳ درصد بود. بعلاوه نتایج تحقیق نشان داد که در تیمارهای دارای کوتولگی شدید میزان کاهش عملکرد شلتوک حدود دو برابر عملکرد بیولوژیک بود. تأثیرپذیری بیشتر عملکرد شلتوک نسبت به عملکرد بیولوژیک بیانگر دوام و انتقال اختلالات فیزیولوژیک ناشی از عارضه کوتولگی از مرحله رویشی به مرحله زایشی است. محققین دلیل عارضه کوتولگی را مشتقات سمی ناشی از تجزیه بیولوژیکی علف‌کش تیوبنکارب گزارش کرده‌اند. بنابراین با توجه به سابقه طولانی کوتولگی و بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان ادعا کرد که تجزیه میکروبی علف‌کش تیوبنکارب در شالیزارهای گیلان از دو دهه قبل اتفاق افتاده است.

واژه‌های کلیدی: مدیریت آب، شالیزار، زمان مصرف علف‌کش، گلدهی

* Corresponding author. E-mail: byaghoubi2002@yahoo.com,

مقدمه

Tadao *et al.*, Yutaka, *et al.*, 1979; Youshi & Koyama, 1979) و در سال‌های اخیر از ایالت‌های لوئیزیانا و کالیفرنیا (1979; Groth & Sanders, 1996; Groth) در امریکا گزارش شده است (et al., 1999; Tjeerdema & Crosby, 2000). عارضه کوتولگی برنج اولین بار دو دهه قبل از ایران گزارش گردید (Padasht, 1996). اما عامل عارضه سال‌ها مورد بررسی و بحث بود. بروز دیر هنگام علائم کوتولگی (پنج هفته پس از نشاءکاری و مصرف علفکش)، تعدد علائم و تشابه نسبی آنها به نشانگان بیماری‌های ویروسی و کمبود عناصر غذایی سبب گردید تا این عارضه از زوایای متعدد میکروبی، تغذیه‌ای، ژنتیکی، علف‌کشی و ... مورد بررسی قرار گیرد (Mohammad Sharifi, 2001). پس از بررسی‌های متعدد نقش عوامل میکروبی، علفکش‌ها و اختلالات ژنتیکی در ایجاد عارضه کوتولگی مردود و در مطالعات تکمیلی مصرف کودهای "سولفات روی" و "سولفات پتاسیم" در پیشگیری از کوتولگی مؤثر اعلام گردید (Shahdi, 2003)، اما علی‌رغم این توصیه‌ها مشکل کوتولگی همچنان از نظر زارعین به قوت خود باقی بود. بررسی‌های انجام شده در شرایط آزمایشگاهی و گلدانی نشان داد که در ایران نیز علفکش TB عامل کوتولگی در شالیزارهای شمال کشور بوده، و این عارضه به شدت تحت تأثیر روش کاربرد علفکش تیوبنکارب قرار گرفت (Yaghoubi *et al.*, 2010). بعلاوه این بررسی‌ها نشان داد که عارضه کوتولگی در شرایط گلدانی فقط در صورت انجام آزمایش با خاک‌های باتلاقی دارای سابقه کوتولگی بروز می‌نماید. سابقه بررسی علفکش‌های شالیزار در ایران به حدود نیم قرن پیش و عارضه کوتولگی به دو دهه گذشته بر می‌گردد. در بررسی‌های قبلی فقط "غلظت علفکش" و آن هم در دامنه‌ای محدود و در شرایط غرقاب پس از نشاءکاری بررسی گردیده و رفتار این علفکش در صورت مصرف در شرایط "غیر غرقاب" و یا "قبل از نشاءکاری" بررسی نشده

تیوبنکارب^۱ (TB) با نام تجاری "ساترن" علفکش انتخابی برنج است که از حدود چهار دهه قبل برای کنترل علف‌های هرز شالیزار در سراسر دنیا مصرف می‌شود (Palumbo *et al.*, 2004; Ampong & De Detta, 1991). این علفکش سیستمیک پیش‌رویشی است که در سنتز پروتئین و واکنش‌های فتوسنتز اختلال و از رشد ساقچه گیاهچه‌های در حال ظهور جلوگیری می‌کند. گیاهچه‌های برنج TB را از طریق مزوکوتیل، کلئوپتیل، ریشه و برگ اول جذب می‌کنند (Ahrens *et al.*, 1994). TB دارای قابلیت حلالیت کمی در آب بوده (30mg/L)، و از این رو پس از کاربرد در شالیزار بیشتر وارد محیط خاک شده و به عنوان منبع کربن برای تغذیه میکروارگانیزم‌ها ایفای نقش می‌نماید (Ishikawa, 1980). تیوبنکارب از راه‌های مختلف تجزیه، و ترکیبات متعددی از تجزیه آن در شرایط مختلف تولید می‌گردد (Nakamura *et al.*, 1977). در شرایط غیرهوازی (غرقاب) تجزیه بیولوژیکی علفکش تیوبنکارب منجر به دکلره شدن احیائی^۲ این علفکش می‌شود، که این عمل سبب تبدیل TB به تیوبنکارب دکلره^۳ (DTB) می‌شود (Ishikawa *et al.*, 1980; Tenbrook *et al.*, 2004; Chen, 2002; Tadao *et al.*, 1979). DTB نسبت به TB دارای حدود ۱۰-۱۵ مرتبه سمیت بیشتری برای برنج بوده و سبب اختلالات رشدی و عارضه کوتولگی در این گیاه زراعی می‌گردد (Doran *et al.*, 1976; Ishikawa *et al.*, 2006). اختلالات رشدی مشتقات دکلره TB بر روی برنج در ژاپن تحت عنوان "Rice dwarfism" و در امریکا "Delayed Phytotoxicity Syndrome of Thiobencarb" نامیده می‌شود. کوتولگی نخستین بار سه دهه پیش از ژاپن

¹ Thiobencarb (TB, S-4-chlorobenzyl N, N-diethylthiocarbamate)

² Reductive dechlorination

³ Deschlorothiobencarb (DTB, S-benzyl diethylthiocarbamate)

ذرت بوده و باقیمانده آن دارای اثرات سوء بر روی برنج است (Dhareesank *et al.*, 2005). در بررسی تاثیر این علفکش بر روی برنج به روش زیست‌سنجی نتایج نشان داد که میزان گیاهسوزی این علفکش بر روی برنج با افزایش رطوبت خاک دارای همبستگی مثبت بوده و با کاهش رطوبت خاک میزان گیاهسوزی بر روی برنج کاهش یافت. هدف از این تحقیق مطالعه تاثیر علفکش تیوبنکارب و روش مدیریت شالیزار (زمان غرقاب، زمان مصرف و غلظت علفکش) بر عارضه کوتولگی، و نیز بررسی علائم اختلالات رشدی ناشی از این علفکش بر روی برنج بود.

مواد و روش‌ها

این بررسی در سال زراعی ۱۳۸۶ در مزارع آزمایشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) اجرا گردید. این منطقه دارای آب و هوای معتدل و مرطوب، عرض جغرافیایی ۳۷ و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ارتفاع ۳۶/۷ متر از سطح دریا است. آزمایش روی برنج هاشمی به عنوان رقم بومی غالب تجاری استان‌های شمالی اجرا گردید. بر اساس بررسی‌های مقدماتی آزمایش در قطعه‌ای از اراضی با سابقه آلودگی به عارضه کوتولگی و دارای بافت سیلتی-رسی-لومی بود. دیگر خصوصیات این خاک در جدول ۱ آمده است.

است. امروزه مصرف علفکش‌ها در شالیزارهای استان گیلان بدون توجه به نوع آنها، قبل از نشاءکاری رواج بیشتری یافته است (Yaghoubi *et al.*, 2010). بررسی‌های گلدانی نشان داد که اگرچه تیوبنکارب سبب ایجاد عارضه کوتولگی می‌گردد، اما میزان این عارضه به شدت تحت تاثیر روش کاربرد علفکش قرار گرفت و در صورت کاربرد علفکش قبل از غرقاب شدت کوتولگی بطور متوسط سه برابر میزان آن در صورت کاربرد علفکش پس از غرقاب بود (Yaghoubi *et al.*, 2010). محققین تاثیر زمان مصرف علفکش و زمان غرقاب را از عوامل مهم تاثیرگذار بر رفتار علفکش‌های خاک مصرف می‌دانند که تاکنون کمتر مورد توجه قرار گرفته است (Lee *et al.*, 1987; Moyer, 1987; Kim *et al.*, 2003; *al.*, 2004). کاربرد علفکش‌های فنوکساپروپ^۱، ستوکسیدیم^۲ و هالوکسی فوب^۳ پس از غرقاب دارای گیاهسوزی بیشتری بر روی برنج نسبت به کاربرد این علفکش‌ها قبل از غرقاب بود و افزایش فاصله بین زمان مصرف علفکش و زمان غرقاب از یک روز به هفت روز سبب کاهش گیاهسوزی بر روی برنج گردید (Griffin & Baker, 1990). رفتار این علفکش‌ها کاملاً متفاوت از علفکش تیوبنکارب بود (Yaghoubi *et al.*, 2010). حساسیت نسبی گیاه زراعی برنج به علفکش اکسادیارژیل برای گیاهچه‌های کشت شده در بستر مرطوب (غیرهوایی) نسبت به گیاهان کشت شده در بستر خشک (هوایی) بیشتر بود. مصرف علفکش قبل از کشت و سپس غرقاب سبب افزایش گیاهسوزی علفکش بر روی برنج گردید. پتوکسامید^۴ از علفکش‌های کلرواستانیلیدی است که انتخابی

¹ Fenoxaprop {2-[4-[(6-chloro-2-benzoxazolyl)oxy]phenoxy]propanoic acid}

² Sethoxydim {2-[1-ethoxyimono]butyy]-5-[2-(ethylthio)propyl-3-hydroxy-2-cyclohexen-1-one]}

³ Haloxyfop {2-[4-[[3-chloro-5-trifluoromethyl]-2-pyridinyl]oxy]phenoxy]propanoic acid}

⁴ Pethoxamid

جدول ۱- نتایج آزمایش تجزیه خاک

Table 1- Results of soil analysis

K(ppm)	P(ppm)	Cu(ppm)	Zn(ppm)	N(ppm)	pH	Clay(%)	Silt(%)	Sand(%)	Oc(%)
172	8.6	21	14.1	2.2	7.2	44	52	4	2

کرت‌های اصلی در نظر گرفته شد. بر این اساس کارآئی علفکش تیوبنکارب در چهار روش مدیریت شالیزار از نظر زمان مصرف علفکش و زمان غرقاب شامل کاربرد علفکش "قبل از نشاءکاری، قبل از غرقاب"، "قبل از نشاءکاری، بعد از غرقاب"، "بعد از نشاءکاری، بعد از غرقاب" و "بعد از نشاءکاری، قبل از غرقاب" در غلظت‌های مختلف (صفر تا دو برابر غلظت توصیه شده) مورد بررسی قرار گرفت. این تیمارها از روش‌های رایج و احتمالی مصرف علفکش‌ها در بین شالیکاران گیلانی اقتباس گردید. خلاصه این عملیات در جدول ۲ آمده است.

آماده‌سازی زمین به روش رایج منطقه شامل دو بار شخم در فروردین، شخم سوم یا "پیش‌کاول" (گل‌خرابی) دو روز قبل از نشاءکاری بود. آزمایش به صورت فاکتوریل خرد شده و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل ترکیب فاکتوریل "زمان مصرف علفکش" در دو سطح "قبل و بعد از نشاءکاری" به عنوان کرت اصلی، "زمان غرقاب" در دو سطح "قبل و بعد از مصرف علفکش" به عنوان کرت فرعی و "دز یا غلظت تیوبنکارب" در مقادیر "صفر، ۱، ۱/۵، ۳، ۴/۵ و ۶ کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار" به عنوان کرت فرعی-فرعی بود. شاهد آلوده به علف‌هرز و سه بار وجین دستی نیز در مجاورت

جدول ۲- ترتیب عملیات زراعی: پادینگ، ماله، مصرف تیوبنکارب، نشاءکاری و غرقاب

Table 2- Cultivation practices: Puddling (PU), Land Leveling (LL), Herbicide Application (HA), Transplanting (TR) and Flooding (Flood)

Method of herbicide application	1387/3/1	1387/3/2	1387/3/3	1387/3/4	1387/3/5	1387/3/6	1387/3/7
Before transplanting before flooding	PU	HA -LL	TR	-	-	Flood	Flood
Before transplanting after flooding	PU	LL-Flood- HA	TR	Flood	Flood	Flood	Flood
After transplanting before flooding	PU	LL	TR	-	HA	Flood	Flood
After transplanting After flooding	PU	LL	TR	-	-	Flood	HA

نشاءکاری شدند. اگر چه به منظور بررسی تاثیر غرقاب بر رفتار تیوبنکارب برخی کرت‌ها قبل از سمپاشی و برخی کرت‌ها پس از سمپاشی غرقاب شدند، اما بطور کلی تمام کرت‌های آزمایشی ۳-روز پس از نشاءکاری تا دو هفته قبل از برداشت به ارتفاع ۱۰-۵ سانتیمتر غرقاب بودند. عمق غرقاب در اول فصل حداقل و پس از استقرار برنج افزایش یافت. کرت‌های آزمایشی فاقد دریچه خروجی ولی هر کرت دارای دریچه ورودی مستقل آب بود. دیگر ویژگی‌های زراعی این آزمایش در جدول ۳ آمده است.

تفاوت روش‌های مختلف کاربرد علفکش در زمان مصرف علفکش و زمان غرقاب مزرعه نسبت به زمان نشاءکاری است. در کاربرد علفکش "پس از غرقاب"، ابتدا کرت‌های پادله شده غرقاب، و سپس علفکش مصرف گردید. در دیگر روش مورد بررسی یعنی کاربرد تیوبنکارب "قبل از غرقاب"، ابتدا علفکش مصرف و سپس کرت‌های آزمایشی غرقاب شدند (جدول ۲).

گیاهچه‌های برنج تهیه شده از خزانه در مرحله ۴-۳ برگی در زمین اصلی نشاءکاری و به تعداد ۴-۳ عدد در هر کپه

جدول ۳- ویژگیهای مزرعهای آزمایش

Table 3- Field characteristic of experiment

Plot area	Density (m ⁻²)	Row space	Nurse ring date	Transplanting date	Harvest date
20m ²	20	20*25cm	1386/2/1	1386/3/3	1386/5/25

با حذف یک ردیف حاشیه تمام محصول هر کرت برداشت و پس از ۴۸ ساعت آفتاب خشک، با استفاده از خرمکوب کوچک مخصوص طرح‌های تحقیقاتی، دانه از کاه و کلش جدا و شلتوک (دانه) توزین گردید. رطوبت شلتوک در زمان توزین ۱۴ درصد بود. وزن خشک با قرار دادن کل محصول یک متر مربع به مدت ۷۲ ساعت یا بیشتر (تا تثبیت وزن) در آون ۷۵ درجه سانتیگراد اندازه‌گیری شد. بعلاوه تعداد ۲۰ عدد خوشه از هر تیمار به تصادف انتخاب و پس از شمارش تعداد کل دانه سالم و پوک، درصد پوکی محاسبه گردید.

تجزیه آماری: بر روی کلیه اطلاعات به دست آمده از آزمایشات، آزمون استاندارد و یکنواخت کردن (نرمالیتی و هموزنیته (بارتلت) با نرم‌افزار SPSS انجام گرفت. در این آزمایش از نرم‌افزار SAS برای تجزیه واریانس و از نرم‌افزار Excel جهت تبدیل داده‌ها استفاده شد.

بر اساس نتایج تجزیه خاک از کود اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. این کود در سه مرحله کاشت، پنجه‌زنی و به ساقه‌رفتن به نسبت مساوی مصرف شد. سایر عملیات داشت (مبارزه با بیماری بلاست و کرم ساقه‌خوار برنج) بر اساس عرف منطقه صورت گرفت.

روش ارزیابی: تا شش هفته پس از نشاءکاری میزان گیاه‌سوزی و اختلالات رشدی گیاهچه‌های برنج (شدت عارضه کوتولگی) در تیمارهای مختلف نسبت به شاهد به روش چشمی ارزیابی شدند. در این روش به شاهد بدون علف‌کش (وجین دستی) و فاقد هرگونه علائم گیاه‌سوزی (دارای شادابی کامل) نمره صفر و به تیمار در حال مرگ گیاه برنج نمره ۱۰۰ داده شد (Zhang et al., 2005). همچنین با بازدیدهای روزانه تعداد روز از زمان نشاءکاری تا ۵۰٪ ظهور خوشه در تیمارهای مختلف تعیین گردید. در مرحله برداشت

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر زمان مصرف، زمان غرقاب و غلظت علف‌کش تیوبنکارب و اثرات متقابل آنها بر میزان کوتولگی، ۵۰ درصد ظهور خوشه، عدم تلقیح دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت برنج.

Table 4- Variance analysis of the effect of time of TB application, time of flooding, herbicide dose and their interaction on Dwarfism, 5% Flower, Infertile grain, grain and biological yield and Harvest index

SOV	Dwarfism	5% Flower	Infertile grain	Grain	Biomass	HI
Time of application (TA)	3382**	96**	89 ^{ns}	3872**	1306*	0.04 ^{ns}
Time of flooding (TF)	5539**	273**	904*	6406**	2432**	0.01 ^{ns}
TA*TF	1406**	7 ^{ns}	54 ^{ns}	2432**	77 ^{ns}	0.19**
Dose	2456**	350**	956**	7542**	4734***	0.01 ^{ns}
TA*Dose	522**	39**	108 ^{ns}	1023**	99 ^{ns}	0.02 ^{ns}
TF * Dose	842**	7 ^{ns}	196*	384**	270 ^{ns}	0.02 ^{ns}
TA*TF *Dose	293**	28**	101 ^{ns}	462**	114 ^{ns}	0.03*
CV	41	4	43	5.7	23	21

& ** = significant at 5 and 1 %, ns=No significant

رگرسیون با استفاده از نرم‌افزار Sigmaplot 11 بررسی گردید. برای این منظور برای تعیین رابطه بین غلظت علف‌کش و شدت عارضه کوتولگی نسبت به شاهد بدون علف‌کش از

به دلیل معنی‌داری اثر متقابل تیمارها بر بیشتر صفات مورد بررسی (جدول ۴)، روند تغییرات آنها با برازش مدل‌های

شکننده، ساقه‌های متورم و شکننده، تأخیر و غیریکنواختی در گلدهی، خوشه‌های شبیه قلاب ماهیگیری، و یا خوشه‌های مترکم، کوتاه و بد شکل از دیگر علائم عارضه کوتولگی در داخل شالیزار بودند. دیگر عوارض ناشی از عارضه کوتولگی عبارت بودند از: غیریکنواختی در رسیدن، دیررسی کرت‌های دارای آلودگی شدید و عدم امکان برداشت همزمان مزرعه، و نیز افزایش میزان پوکی دانه بود. بطور کلی شدت و تنوع علائم با غلظت علف‌کش همبستگی مثبت داشت، بدین معنی که در دزهای پایین فقط رنگ و ارتفاع تفاوت بین گیاهان کوتوله با شاهد بود، در حالیکه در دزهای بالاتر بویژه در روش کاربرد قبل از نشاءکاری و قبل از غرقاب، مجموعه علائم اشاره شده قابل مشاهده بود.

پراکنش عارضه کوتولگی

پراکنش عارضه کوتولگی غیریکنواخت و به صورت نواری و لکه‌ای بود. در کاربرد علف‌کش پس از غرقاب، شدت کوتولگی در حاشیه کرت‌ها و به موازات مرزها بیشتر بود. در حالیکه در کاربرد علف‌کش قبل از نشاءکاری (و غرقاب)، شدت کوتولگی در نقاط کم ارتفاع کرت‌ها و نیز نقاط مرتفع بیشتر بود. پراکنش نامنظم و غیریکنواخت¹ کوتولگی توسط دیگر محققین نیز گزارش شده است (Youshi & Mohammad Sharifi *et al.*, 2001; Chen, 2002) (Yutaka, 1979). مصرف یکنواخت علف‌کش‌ها و پراکنش غیر یکنواخت کوتولگی در دهه‌های گذشته سبب شده بود تا محققین در انتساب عارضه کوتولگی به علف‌کش‌ها تردید نمایند، زیرا که توجیهی برای مصرف یکنواخت علف‌کش و پراکنش لکه‌ای کوتولگی وجود نداشت. در این تحقیق برای بررسی دقیقتر این مهم و به منظور توزیع یکنواخت‌تر علف‌کش تیوبنکارب در کرت‌های آزمایشی، حجم محلول سمپاشی از میزان رایج ۶-۴ لیتر به ۳۳۰ لیتر در هکتار افزایش پیدا کرد، اما پراکنش غیریکنواخت کوتولگی در مزرعه کاملاً مشهود بود. به نظر می‌رسد دلیل پراکنش غیر یکنواخت

معادله سیگموئیدی سه پارامتره ($Y = D / (1 + \exp(-(x-x_0)/b))$) و برای بررسی روند تغییرات شاخص برداشت، عملکرد شلتوک و عملکرد بیولوژیک از مدل گوس $f = a * \exp(-.5 * ((x - (x_0)/b)^2))$ استفاده شد (Boyed & Brennan, 2006; Seefeldt *et al.*, 1995). روند تغییرات میزان پوکی و روز تا ۵۰٪ گلدهی با مدل خطی قابل بیان بود. انتخاب مدل‌ها بر اساس معنی‌داری رگرسیون و پارامترهای مدل، R^2 بالا و باقیمانده کم بود.

در این تحقیق چهار روش مختلف مدیریت مزرعه از نظر زمان غرقاب و زمان کاربرد علف‌کش در دزهای مختلف تیوبنکارب بررسی گردید (جدول ۲)، اما بر اساس نتایج بررسی‌های گلدانی (Yaghoubi *et al.*, 2010) و این آزمایش، کاربرد علف‌کش به روش رایج شالی‌کاران (قبل از نشاءکاری و قبل از غرقاب) دارای بیشترین کوتولگی (کمترین عملکرد اقتصادی) و کاربرد علف‌کش به روش توصیه شده تحقیقاتی (کاربرد علف‌کش پس از نشاءکاری و پس از غرقاب) دارای کمترین کوتولگی (بیشترین عملکرد) بود. با توجه به اینکه بیش از ۹۵٪ شالیکاران علف‌کش‌ها را به یکی از دو روش فوق به کار می‌برند، داده‌های مربوط به تأثیر این دو روش مصرف علف‌کش بر گیاه زراعی برنج در نتایج ارائه شده است.

نتایج و بحث

علائم عارضه کوتولگی در شالیزار

اولین نشانگان گیاه‌سوزی ناشی از علف‌کش TB یا عارضه کوتولگی پس از گذشت سه هفته از نشاءکاری قابل مشاهده بود. این گیاهچه‌ها با رنگ سبز تیره نسبت به رنگ سبز کم‌رنگ گیاهچه‌های سالم قابل تفکیک بودند. حدود پنج هفته پس از نشاءکاری ارتفاع کوتاه گیاهچه‌های کوتوله ($\frac{1}{2}$ تا $\frac{1}{3}$) گیاهچه‌های سالم، آنها را به خوبی متمایز می‌نمود. افزایش نامتعارف پنجه، عدم توسعه میانگره‌ها و ظهور برگ از میانگره‌های نزدیک به سطح خاک، برگ‌های کوتاه و ضخیم و

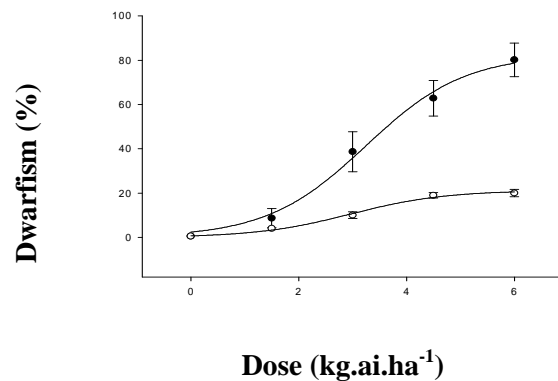
¹ Sporadic distribution

علفکش، و تجمع آن در نقاط کم ارتفاع ممکن است در تشدید کوتولگی در مکان‌های کم ارتفاع مؤثر باشد.

اثر روش مصرف تیوبنکارب (زمان مصرف، زمان غرقاب و غلظت علفکش) بر عارضه کوتولگی:

افزایش غلظت تیوبنکارب، تشدید عارضه کوتولگی را سبب گردید، اما میزان افزایش کوتولگی در غلظت مشابه تیوبنکارب و روش‌های مختلف کاربرد آن، متفاوت بود. در کاربرد علفکش به روش "قبل از نشاءکاری و قبل از غرقاب" میزان کوتولگی همواره بیشتر از میزان آن در صورت کاربرد این علفکش به روش "پس از نشاءکاری و پس از غرقاب" بود (شکل ۱).

عارضه و تراکم بیشتر در کنار مرز، خاصیت آبریزی تیوبنکارب، وزش باد، و رانش و تجمع علفکش در حاشیه باشد. نتایج مشابهی توسط دیگر محققین نیز گزارش شده است (Doran *et al.*, 2006). بعلاوه تیوبنکارب به دلیل Koc بالا دارای تمایل شدیدی برای جذب شدن بر سطح ذرات خاک است (Ahrens *et al.*, 1994). احتمال می‌رود در مصرف علفکش به روش قطره‌پاشی و قبل از غرقاب، مقدار بیشتری از علفکش در محل پاشیدن قطرات علفکش به سطح خاک دریافت، و افزایش غلظت به صورت لکه‌ای تشدید کوتولگی به صورت موضعی را سبب گردد. بر اساس نتایج این تحقیق افزایش غلظت TB با شدت عارضه کوتولگی دارای همبستگی مثبت بود. بعلاوه شستشوی تدریجی خاک لایه سطحی حاوی



شکل ۱- شدت عارضه کوتولگی برنج در واکنش به روش مصرف علفکش تیوبنکارب (● کاربرد علفکش قبل از نشاءکاری و قبل از غرقاب و ○ کاربرد علفکش بعد از نشاءکاری و بعد از غرقاب). برای تعیین رابطه بین غلظت علفکش و شدت کوتولگی معادله سیگموئیدی سه پارامتره ($Y = D / (1 + \exp(-(x-x_0)/b))$) با استفاده از نرم‌افزار سیگماپلات ۱۱ برازش شده است. علائم میانگین سه تکرار هستند.

Figure 1- Rice dwarfism in response to method of TB application and doses. Before transplanting before Flooding (●) After transplanting after flooding (○). Lines are the response curves predicted from non-linear sigmoidal logistic 3 parameter regression. Symbols represents mean of three replicates.

There is no significant difference between averages with similar overlap ranges according to standard error.

جدول ۵- خلاصه پارامترهای تجزیه رگرسیون حاصل از برازش تابع دز-پاسخ سیگموئیدی سه پارامتره بررسی تاثیر روش مصرف علفکش تیوبنکارب بر شدت عارضه کوتولگی برنج (اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد هستند).

Table 5- Summary of the results of regression analysis of fitting sigmoidal logistic dose response model of rice dwarfism to herbicide TB dosages in different method of application (Standard errors are shown in parenthesis).

Treatment	Parameters			Regression
	D	EC ₅₀	b	Adj R2
Before transplanting before flooding	80 (5.4)	3.1 (0.2)	0.8 (0.1)	0.98**
After transplanting after flooding	12 (3)	4.6 (0.5)	0.6 (0.4)	0.94**

D is the max dwarfism, EC₅₀ is the herbicide dosage (Kg.ai.ha⁻¹) for causing 50% dwarfism, b is the line slope in EC₅₀.

دو برابر غلظت توصیه شده علائم شاخص عارضه کوتولگی را نشان نداد. کاربرد تیوبنکارب به روش "قبل از نشاءکاری و قبل از غرقاب" دارای کارآئی بهتری در کنترل سوروف در اوایل فصل بود (اطلاعات منتشر نشده). به نظر می‌رسد به دلیل اهمیت کنترل این علف‌هرز کلیدی برنج در اول فصل و وقت آزاد کشاورزان قبل از شروع عملیات نشاءکاری، عامل ترغیب کننده شالیکاران به مصرف زودهنگام علفکش (قبل از نشاءکاری و قبل از غرقاب) باشد.

روز تا ۵۰ درصد ظهور خوشه

اختلالات رشدی علفکش‌ها و تأخیر در ظهور خوشه توسط محققین مختلف گزارش شده است. به گزارش بولیچ و همکاران (Bollich *et al.*, 2000) مصرف کلومازون به میزان ۰/۸۴ و ۲/۲ کیلوگرم در هکتار به ترتیب ۲ و ۸ روز تأخیر در ظهور خوشه در مقایسه با شاهد بدون علفکش را سبب گردید، در حالیکه کاربرد این علفکش به میزان ۰/۵۶ کیلوگرم در هکتار تأثیری بر ۵۰ درصد ظهور خوشه نشان نداد. برنج مقاوم به علفکش گلی فوسینات^۲ ۱۵-۷ روز تأخیر در ظهور خوشه این برنج را سبب گردید (Lanclos *et al.*, 2003). در برخی بررسی‌ها گیاه‌سوزی تا ۴۰٪ در اول فصل بر تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، ظهور خوشه و یا عملکرد برنج تأثیری نداشت (Scherder *et al.*, 2004).

در این تحقیق تعداد روز از نشاءکاری تا ۵۰ درصد ظهور خوشه حدود ۵۸ روز در تیمار شاهد (بدون علفکش و

حداکثر کوتولگی (D) در غلظت دو برابر غلظت توصیه شده تیوبنکارب، در کاربرد آن به روش "قبل از نشاءکاری و قبل از غرقاب" ۸۰ درصد و در روش کاربرد "بعد از نشاءکاری و بعد از غرقاب" ۱۲ درصد بود (جدول ۵). بعلاوه مقادیر EC₅₀ حاصل از برازش تابع دز-پاسخ نشان می‌دهد که مقدار بیشتری از علفکش برای ایجاد ۵۰ درصد کوتولگی در صورت کاربرد علفکش به روش پس از نشاءکاری و پس از غرقاب نیاز هست (جدول ۵). مقایسه این مقادیر با یکدیگر نشان می‌دهد که کوتولگی نسبی در صورت کاربرد علفکش قبل از نشاءکاری (و قبل از غرقاب) حدود هفت برابر بیشتر از میزان آن در صورت کاربرد علفکش پس از نشاءکاری (و غرقاب) بود. بر اساس این نتایج می‌توان گفت که نه غلظت TB، بلکه روش کاربرد آن تعیین کننده میزان کوتولگی برنج در شالیزار است. به گزارش زیمدال (Zimdahl, 2007) روش کاربرد و زمان مصرف یک علفکش تعیین کننده کارآئی و قابلیت انتخابی یک علفکش است و محل مصرف تیوبنکارب‌ها^۱ در انتخابی عمل کردن آنها نقش اساسی دارد.

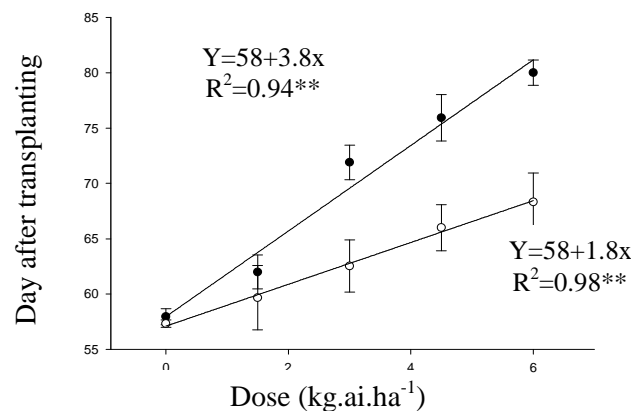
در بررسی‌های گذشته نقش TB در ایجاد عارضه کوتولگی مردود اعلام گردید (Mohammad Sharifi *et al.*, 2001). در تحقیق حاضر، تیوبنکارب در روش کاربرد "پس از نشاءکاری و پس از غرقاب" مطالعه گردید، که بر اساس نتایج این تحقیق کاربرد تیوبنکارب به روش مذکور دارای کمترین اثرات اختلالات رشدی بر روی برنج بوده و حتی در غلظت

² Glufosinate

¹ Site of application

در روش کاربرد علفکش پس از نشاءکاری افزایش پیدا کرد. تأخیر در ظهور خوشه سبب تأخیر در زمان رسیدن و زمان برداشت گردید (داده‌ها نشان داده نشده است). تأخیر در برداشت احتمال مقارن شدن زمان برداشت با بارندگی‌های موسمی در شمال کشور را افزایش می‌دهد. بعلاوه رطوبت محصول و شلتوک برنج در زمان برداشت در تیمارهای دارای کوتولگی بیشتر بود. این ویژگی می‌تواند سبب خسارت به محصول در انبار گردد (داده‌ها نشان داده نشده است).

عاری از علف‌هرز) بود. با کاربرد علفکش تعداد روز تا ظهور خوشه افزایش پیدا کرد، اما شیب افزایش در تمام دزهای مورد بررسی در کاربرد علفکش به روش "قبل از نشاءکاری و قبل از غرقاب" بیشتر از زمانی بود که علفکش "پس از نشاءکاری و پس از غرقاب" مصرف گردید (شکل- ۲). بر اساس مدل خطی برازش شده با افزایش هر کیلوگرم به ماده مؤثره تیوبنکارب تعداد روز تا ۵۰ درصد خوشه‌دهی $\frac{3}{8}$ روز در روش کاربرد علفکش قبل از نشاءکاری و $\frac{1}{8}$ روز



شکل ۲- تعداد روز پس از نشاءکاری تا ۵۰٪ ظهور خوشه در دو روش کاربرد علفکش (● کاربرد علفکش قبل از نشاءکاری و قبل از غرقاب، ○ کاربرد علفکش بعد از نشاءکاری و بعد از غرقاب)

Figure 2- Day to 50% heading in two method of thiobencarb application (● Before transplanting before flooding ○ After transplanting after flooding).

There is no significant difference between averages with similar overlap ranges according to standard error.

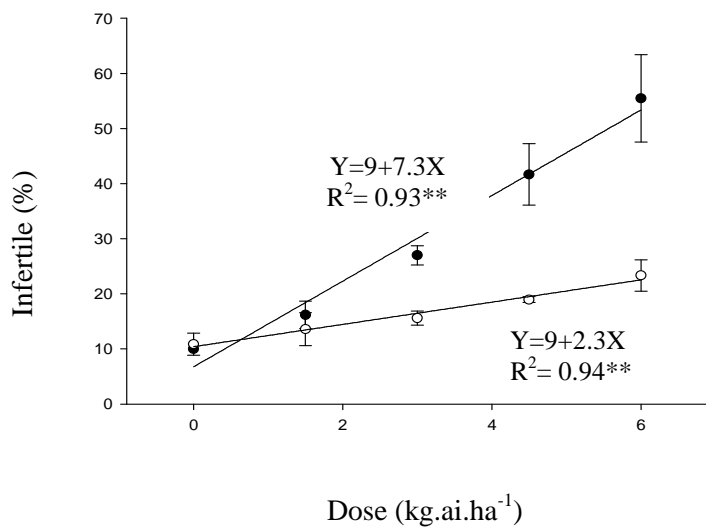
دانه‌های پوک

میزان پوکی در تیمار شاهد بدون علفکش ۹٪ و با افزایش غلظت علفکش روند افزایشی نشان داد. افزایش میزان پوکی در کاربرد علفکش قبل از غرقاب (و نشاءکاری) بیشتر از زمانی بود که علفکش پس از غرقاب (و نشاءکاری) مصرف گردید. بر اساس شیب مدل خطی برازش شده با افزایش هر کیلوگرم ماده مؤثره علفکش میزان پوکی در کاربرد تیوبنکارب قبل از نشاءکاری حدود ۷٪ و در کاربرد این علفکش پس از نشاءکاری حدود ۲٪ افزایش پیدا کرد. بر اساس این داده‌ها میزان افزایش شیب پوکی در کاربرد

تأثیر علفکش‌ها در میزان پوکی دانه (گل‌های تلقیح نشده یا پر نشده) کمتر در بررسی‌های دیگر محققین مورد توجه قرار گرفته است. به نظر می‌رسد دشواری تشخیص و جداسازی دانه‌های پوک از دانه‌های سالم و زمان‌بر بودن شمارش آنها دلیل چشم‌پوشی دیگران از اندازه‌گیری این صفت باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان پوکی تحت تأثیر غلظت علفکش، زمان غرقاب و اثر متقابل غلظت علفکش و زمان غرقاب قرار گرفت (جدول ۴).

سبب خواهد گردید. این نتایج با بررسی‌های میدانی و مشاهده‌ای در مزارع شالیکاران دارای کوتولگی مطابقت داشت. عدم تلقیح گل بیانگر اختلالات فیزیولوژیک ناشی از علفکش تیوبنکارب در روند زایشی گیاه است.

علفکش قبل از غرقاب بطور نسبی سه برابر میزان آن در صورت کاربرد علفکش پس از غرقاب است (شکل ۳). طبق نتایج این تحقیق در صورت کاربرد تیوبنکارب قبل از نشاءکاری و در اراضی دارای پتانسیل عارضه کوتولگی، این علفکش در غلظت توصیه شده ۳۰ درصد پوکی در دانه را



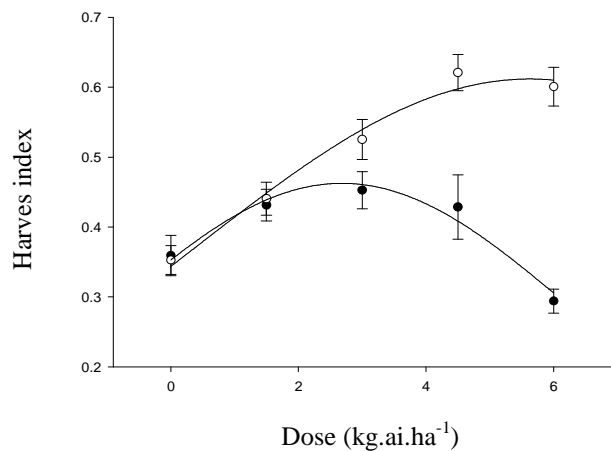
شکل ۳- میزان پوکی دانه برنج در دو روش کاربرد علفکش تیوبنکارب (● کاربرد علفکش قبل از نشاءکاری و قبل از غرقاب، ○ کاربرد علفکش بعد از نشاءکاری و بعد از غرقاب)

Figure 3- Infertile grain of rice in two different method of thiobencarb application (● Before transplanting before flooding ○ After transplanting after flooding).

شاخص برداشت

علفکش TB و اثرات سه جانبه غلظت علفکش، زمان مصرف و زمان غرقاب مزرعه قرار گرفت (جدول ۴).

شاخص برداشت بیانگر نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک است. این شاخص به شدت تحت تاثیر غلظت



شکل ۴- بررسی اثر علفکش تیوبنکارب بر شاخص برداشت برنج. روند تغییرات شاخص برداشت در روش کاربرد علفکش ● قبل از نشاءکاری قبل از غرقاب و ○ کاربرد علفکش بعد از نشاءکاری بعد از غرقاب.

Figure 4- Rice Harvest Index (HI) in response to thioencarb rate, and method of application. (● Before transplanting before flooding ○ After transplanting after flooding). The models were fitted by using Gaussian 3 parameter equation and Sigma plot software Ver.11.

Symbols represents mean of three replicates.

There is no significant difference between averages with similar overlap ranges according to standard error.

جدول ۶- خلاصه پارامترهای تجزیه رگرسیون حاصل از برازش تابع سه پارامتره دز-پاسخ گوس ($f=a*\exp(-.5*((x-x_0)/b)^2$) بر روش‌های مختلف کاربرد علفکش بر شاخص برداشت برنج (اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد هستند).

Table 6-Summary of the results of regression analysis of fitting Gaussian three parameters model of rice HI to herbicide thioencarb in different method of application and herbicide dosages (Standard errors are shown in parenthesis).

Treatment	پارامترهای تجزیه رگرسیون			
	a	b	x ₀	R ²
Before transplanting before flooding	0.46 (0.02)	4.1(0.6)	2.3(0.32)	0.89
After transplanting after flooding	0.62 (0.09)	8.1 (5.2)	7.4(1.5)	0.88

a is the maximum HI, b is the model slope and X₀ is the herbicide dosage (kg.ai.ha⁻¹) for maximum HI

شده ($2.3 \text{ kg.ai.ha}^{-1}$) به دست آمد و با افزایش غلظت از این مقدار، شاخص برداشت روند کاهشی نشان داد (شکل ۶ و جدول ۸).

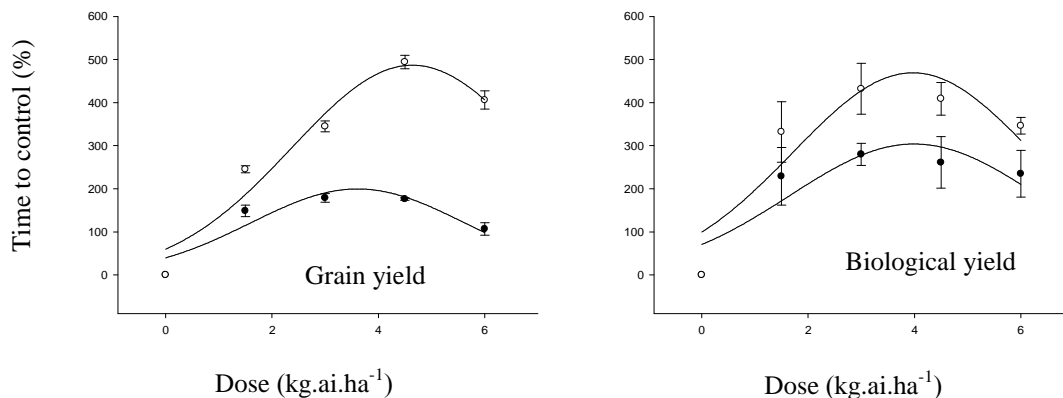
عملکرد شلتوک

حداکثر مقدار شلتوک در کاربرد TB "بعد از نشاءکاری و بعد از غرقاب" ۳۱۲۵، در کاربرد آن به روش "قبل از نشاءکاری و قبل از غرقاب" ۱۴۵۰ و در تیمار شاهد آلوده به علف‌هرز ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بود (داده‌ها نشان داده نشده است). روند تغییرات عملکرد شلتوک در روش‌های مختلف کاربرد تیوبنکارب و دزهای مختلف با برازش مدل گوس به خوبی

روند تغییرات شاخص برداشت با برازش مدل گوس به خوبی قابل بیان بود (شکل ۴). حداکثر شاخص برداشت در کاربرد TB "قبل از نشاءکاری و قبل از غرقاب" ۰/۴۶ و در کاربرد این علفکش "پس از نشاءکاری و پس از غرقاب" ۰/۶۲ بود. در روش کاربرد علفکش "بعد از نشاءکاری و بعد از غرقاب" شاخص برداشت با افزایش غلظت TB تا بیش از دو برابر غلظت توصیه شده ($7/4$ کیلوگرم ماده موثره در هکتار) شاخص برداشت روند افزایشی نشان داد، در حالیکه در کاربرد این علفکش "قبل از نشاءکاری و قبل از غرقاب" حداکثر شاخص برداشت در ۲۳ درصد کمتر از غلظت توصیه

علفکش به روش "پس از نشاءکاری و پس از غرقاب" افزایش غلظت تیوبنکارب (x_0) تا ۴/۶ کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار، عملکرد شلتوک دارای روند افزایشی بود، در حالیکه در کاربرد این علفکش به روش "قبل از نشاءکاری و قبل از غرقاب" عملکرد حداکثر در غلظت ۳/۶ کیلوگرم در هکتار حاصل گردید و افزایش غلظت از این مقدار، عملکرد روند کاهشی نشان داد (جدول ۷).

قابل بیان بود (شکل ۵). بر اساس این مدل میزان عملکرد شلتوک در کاربرد تیوبنکارب به روش "بعد از نشاءکاری و بعد از غرقاب" همواره بیشتر از مقدار آن در کاربرد به روش "قبل از نشاءکاری و قبل از غرقاب" بود (شکل ۵). در کاربرد تیوبنکارب به روش "قبل از نشاءکاری و قبل از غرقاب" عملکرد حداکثر (a) ۲۰۰ درصد نسبت به شاهد (بدون وجین) افزایش پیدا کرد، در حالیکه مقدار این پارامتر در صورت کاربرد این علفکش به روش "بعد از نشاءکاری و بعد از غرقاب" ۴۸۷ درصد بود (جدول ۷). بعلاوه در کاربرد



شکل ۵- عملکرد شلتوک و بیولوژیک برنج در واکنش به دز و روش‌های مختلف مصرف علفکش تیوبنکارب (● کاربرد علفکش قبل از نشاءکاری و قبل از غرقاب، ○ کاربرد علفکش بعد از نشاءکاری و بعد از غرقاب). برای تعیین رابطه بین دز علفکش و عملکرد معادله سه پارامتره گوس با استفاده از نرم‌افزار سیگماپلات ۱۱ برازش شده است. علائم میانگین سه تکرار هستند.

Figure 5. Rice grain and biomass in response to thiobencarb rate, and method of application. (● Before transplanting before flooding ○ After transplanting after flooding). The models were fitted by using Gaussian 3 parameter equation and Sigmaplot software Ver.11. Symbols represents mean of three replicates.

جدول ۷- خلاصه پارامترهای تجزیه رگرسیون بررسی تأثیر علفکش تیوبنکارب بر عملکرد دانه برنج در روش‌های مختلف کاربرد علفکش تیوبنکارب (اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد هستند).

Table 7- Summary of the results of regression analysis of fitting Gaussian three parameters model of rice grain yield to herbicide thiobencarb in different method of application and herbicide dosages (Standard errors are shown in parenthesis).

Regression analysis parameters				
Method of thiobencarb application	a	b	x_0	R ²
Before transplanting before flooding	200(31)	2.2(0.24)	3.6(0.3)	0.96**
After transplanting After flooding	487 (50)	2.3 (0.3)	4.6(0.4)	0.96**

a is the maximum yield (% control), b is the model slope and x_0 is the herbicide dosage (kg.ai.ha⁻¹) for maximum yield

به دلیل اثرات گیاه‌سوزی و کوتولگی ناشی از این علفکش اتفاق افتاد. بطور کلی روند تغییرات عملکرد شلتوک (شکل

افزایش عملکرد نسبت به شاهد در دزهای پایین تیوبنکارب به دلیل کنترل علف‌های هرز، و کاهش عملکرد در دزهای بالاتر

عملکرد بیولوژیک

حداکثر عملکرد بیولوژیک در کاربرد TB به روش "بعد از نشاءکاری و بعد از غرقاب" ۵۹۱۰، در کاربرد آن به روش "قبل از نشاءکاری و قبل از غرقاب" ۴۴۱۰ و در تیمار شاهد آلوده به علف هرز ۹۵۰ کیلوگرم در هکتار بود (داده‌ها نشان داده نشده است). عملکرد بیولوژیک نیز دارای روندی مشابه عملکرد اقتصادی (شلتوک) بود (شکل-۵). در کاربرد تیوبنکارب به روش "قبل از نشاءکاری و قبل از غرقاب" و "بعد از نشاءکاری و بعد از غرقاب" افزایش عملکرد بیولوژیک به ترتیب ۳۰۳ و ۶۶۹ درصد نسبت به شاهد آلوده به علف هرز بود (جدول ۸)، در حالیکه این مقادیر برای عملکرد شلتوک به ترتیب ۲۰۰ و ۴۸۷ درصد بود (جدول ۷). با مقایسه این داده‌ها می‌توان گفت که عملکرد بیولوژیک در مقایسه با عملکرد اقتصادی دارای حساسیت کمتری نسبت به روش کاربرد علفکش بود، زیرا که اختلاف عملکرد بیولوژیک در دو روش کاربرد تیوبنکارب ("قبل از نشاءکاری و قبل از غرقاب" و "بعد از نشاءکاری و بعد از غرقاب") نسبت به عملکرد شلتوک کمتر بود. تأثیرپذیری بیشتر عملکرد شلتوک نسبت به عملکرد بیولوژیک از روش مصرف علفکش تیوبنکارب بیانگر اختلالات فیزیولوژیک ناشی از علفکش تیوبنکارب است که در مرحله رشد زایشی نمایان می‌گردد.

۵) با روند تغییرات کوتولگی (شکل ۱) و میزان پوکی دانه‌ها (شکل ۳) مطابقت داشت و افزایش این دو صفت با کاهش عملکرد شلتوک همراه بود.

بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان گفت که در صورت دسترسی به آب کافی و غرقاب مزرعه، بهره‌گیری از دزهای بالای علفکش TB (تا غلظت ۴/۶ کیلوگرم که ۵۰٪ بیشتر از غلظت توصیه شده است) سبب افزایش عملکرد خواهد گردید (جدول ۶). در حالیکه در صورت محدودیت آب، دزهای کاهش یافته این علفکش عملکرد دانه بیشتری را سبب خواهند گردید (شکل ۵ و جدول ۷). TB در غلظت حداقل توصیه شده سوروفکش و در دزهای بالاتر کارائی آن در کنترل طیف وسیع‌تری از علف‌های هرز (جگن‌ها و پهن‌برگ‌ها) افزایش می‌یابد (اطلاعات منتشر نشده). بر اساس نتایج این تحقیق، و به منظور افزایش طیف کنترل علف‌های هرز شالیزار، کاربرد TB به روش پس از نشاءکاری و پس از غرقاب ضروری است، زیرا که در کاربرد علفکش قبل از نشاءکاری به دلیل تشدید کوتولگی پتانسیل عملکرد گیاه زراعی به مراتب کمتر بود. اگرچه در گذشته وجین دستی روش غالب کنترل علف‌های هرز شالیزار بود، اما اکنون به دلیل کمبود و گرانی کارگر و عدم تمایل نسل جدید شالیکار به این فعالیت فیزیکی دشوار، امروزه علفکش‌ها از کاراترین، اقتصادی‌ترین و سهل‌ترین گزینه‌های در دسترس جهت مدیریت علف‌های هرز شالیزار هستند.

جدول ۸- خلاصه پارامترهای تجزیه رگرسیون حاصل از برازش تابع غیر خطی دز-پاسخ گوس بررسی تأثیر علفکش تیوبنکارب بر عملکرد بیولوژیک برنج در سطوح مختلف زمان غرقاب، زمان مصرف و غلظت علفکش (اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد هستند).

Table-7- Summary of the results of regression analysis of fitting Gaussian three parameters model of rice biologic yield to herbicide thiobencarb in different method of application and herbicide dosages (Standard errors are shown in parenthesis).

Regression analysis parameters				
Method of thiobencarb application	a	b	x ₀	R ²
Before transplanting before flooding	303 (56)	2.3(0.7)	3.9(0.6)	0.96**
After transplanting After flooding	469 (77)	2.2(0.7)	4(0.5)	0.89*

a is the maximum yield (% control), b is the model slope and x₀ is the herbicide dosage (kg.ai.ha-1) for maximum yield

علائم متعدّد تحت عنوان کوتولگی را در برنج سبب می‌گردد (Chen, 2002; Tado *et al.*, 1979; Ishikava *et al.*, 1980). بنابراین با توجه به سابقه کوتولگی در شالیزارهای گیلان و بر

بررسی‌ها نشان داده است که کوتولگی برنج به دلیل تجزیه TB به DTB است که این ترکیب جدید اختلالات رشدی با

کاربرد تیوبنکارب به روش "پس از نشاءکاری و پس از غرقاب" است. به نظر می‌رسد به دلیل نقش اکسیژن در تجزیه این علفکش و تأخیر در زمان غرقاب در صورت کاربرد علفکش قبل از نشاءکاری و قرار گرفتن علفکش در معرض هوای آزاد، این نتیجه منطقی به نظر می‌رسد. بعلاوه با توجه به اینکه جذب تیوبنکارب بطور عمده از طریق طوقه و ریشه است (Ahrens *et al.*, 1994)، می‌توان گفت که با مصرف TB قبل از نشاءکاری، تماس فیزیکی آن با طوقه و ریشه‌های زخمی گیاه زراعی بیشتر، و احتمال جذب آن هم بیشتر بود، که شدت بالاتر کوتولگی در این روش کاربرد علفکش مؤید این ادعا است.

اساس نتایج این تحقیق، می‌توان اذعان داشت که تجزیه علفکش TB در شالیزارهای گیلان از بیش از یک دهه قبل اتفاق افتاده است. به گزارش چن (Chen, 2002) بین میزان DTB و شدت عارضه کوتولگی همبستگی مثبت وجود داشت. در این تحقیق شدت کوتولگی در کاربرد علفکش به روش "قبل از نشاءکاری و قبل از غرقاب" در تمام دزهای مورد بررسی بیشتر از میزان کوتولگی در صورت کاربرد علفکش به روش "پس از نشاءکاری و پس از غرقاب" بود. به دلیل تفاوت در شدت عارضه کوتولگی در غلظت مشابه علفکش و روش‌های مختلف کاربرد آن (جدول-۵)، می‌توان اذعان داشت که احتمال تجزیه TB در کاربرد آن به روش "قبل از نشاءکاری و قبل از غرقاب" بیشتر از میزان آن در صورت

منابع

- Ahrens, W. H., Anderson, C. D., Campbell, J. M., Clay, S., Ditomaso, J. M., Dyer, W. E., Edwards, M. T., Ehr, R. J., Frank, J. R., Hickman, M. V., Hill, E. R., Isensee, A. R., Koskinen, W. C., McAvoy, W. J., Mitich, L. W., Ratliff, R. L. and Sterling, T. M. 1994. Herbicide handbook. Seventh edition. Weed Sci. Soc. Am., Champaign, IL. Pp. 352.
- Ampong, N. K. and De Detta, S. K. 1991. A handbook for weed control in rice. IRRI (International Rice Research Institute). Pp. 113.
- Bollich, P. K., Jordan, D. L., Walker, D. M. and Burns, A. B. 2000. Rice (*Oryza sativa*) response to the microencapsulated formulation of clomazone. Weed Technol. 14: 89-93.
- Boyed, N. S. and Brennan, E. B. 2006. Burning nettle, common purslane, and rye response to a clove oil herbicide. Weed Technol. 20: 646-650.
- Chen, C. 2002. Delayed phytotoxicity syndrome in Louisiana rice caused by the use of thiobencarb herbicide. Ph.D thesis. Louisiana state university and agriculture and mechanical college. Pp. 138.
- Doran, G., Eberbach, P. and Helliwell, S. 2006. The sorption and degradation of the rice pesticides fipronil and thiobencarb on two Australian rice soils. Australian Journal of Soil Research. 44: 599-610.
- Griffin J. L. and Baker, J. B. 1990. Tolerance of Rice (*Oryza sativa*) Cultivars to Fenoxaprop, Sethoxydim, and Haloxyfop. Weed Sci. Volume 38: 528-531.
- Groth, D. E. and Sanders, D. E. 1996. Etiology and control of the delayed phytotoxicity syndrome (Abstract). In pages 203-204. Proceedings of the twenty-six rice technical working group, San Antonio, Texas: Feb. 25-28.
- Groth, D. E., Sanders, D. E. and Rich, G. 1999. Delayed phytotoxicity syndrome of rice. Louisiana Agriculture 42: 13-14.
- Ishikawa, K. 1980. Studies on the fate and behavior of benthocarb herbicide in biota and the environment. Pesticide Sci. 5: 287-293.
- Ishikawa, K., Nakamura, Y. and Kuwatsuka, S. 1976. Degradation of benthocarb herbicide in soil. J. Pesticide Sci. 1: 49-57.
- Ishikawa, K., Shinohara, R., Yagi, A., Shigematsu, S. and Kimura, L. 1980. Identification of S-benzyl-N, N-diethylthiocarbamate in paddy field soil applied with thiobencarb herbicide. Pesticide Sci. 5: 107-109.
- Kim, J., Liu, K. H., Kang, S. H., Koo, S. J. and Kim, J. H. 2003. Degradation of the sulfonylurea herbicide LGC-42153 in flooded soil. Pest Management Sci. 59: 1260-1264.
- Lanclos, D. Y., Webster, E. P., Zhang, W. and Linscombe, S. 2003. Response of Glufosinate-Resistant rice (*Oryza sativa*) to Glufosinate

- application timings. *Weed Technol.* 2003. Volume 17: 157-160.
- Lee D. J., Sensemen S. A., O'Barr J. H., Chandler J. M., Krutz L. J. and McCauley, G. N. 2004. Soil characteristics and water potential effects on plant-available clomazone in rice. *Weed Sci.* 52: 310-318.
- Mohamad Sharifi, M., Majidi, F., Shahdi, A., Nahvi, M. and Alinia, M. 2001. Study the etiology of rice Dwarfism in paddy fields of Iran. Final Report. Iranian Agriculture Information Center. Pp. 22. (In Persian with English summary).
- Moyer, J. R. 1987. Effects of soil moisture on the efficacy and selectivity of soil-applied herbicides. *Review. Weed Sci.* 3: 19-34.
- Nakamura, Y., Ishikawa, K. and Kuwatsuka, S. 1977. Degradation of benthocarb in soils as affected by soil conditions. *Pesticide Sci.* 2: 7-16.
- Palumbo, A. J., TenBrook, P. L., Phipps, A. and Tjeerdema, R. S. 2004. Comparative toxicity of thibencarb and deschlorothiobencarb to rice (*Oryza sativa*). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology.* 73: 213-218
- Scherder, E. F., Talbert, R. E. and Clark, S. 2004. Rice (*Oryza sativa*) cultivar tolerance to clomazone. *Weed Technol.* 18: 140-144.
- Seefeldt, S. S., Jensen, J. E. and Fuerst, E. P. 1995. Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships. *Weed Technol.* 9: 218-227.
- Shahdi, A. 2003. Study the effect of Potassium and Zinc on rice dwarfism. Final report. Iranian agriculture information center. Pp.15. (In Persian with English summary).
- Tadao, Y., Hideo, C., Yutaka, K. and Takeichi, Y. 1979. Mechanism of dwarfing of rice plant in paddy field sprayed with benthocarb herbicide: 2. Determination of benthocarb and dechlorinated benthocarb in soil and water. *Weed Sci and Technol (The Weed Science Society of Japan).* 24:4:272-280.
- TenBrook, P. L., Viant, M. R., Holstege, D., Williams, M. J. F. and Tjeerdema, R. S. 2004. Characterization of California rice field soils susceptible to delayed phytotoxicity syndrome. *Bulletin of Environmental Contamination. Toxicology.* 73: 448-456.
- Tjeerdema, R. S., and Crosby, D. G. 2000. The microbial degradation of pesticide important to rice culture. <http://www.syix.com/rrb/00rpt/Microbial.htm>.
- Yaghoobi, B., Alizadeh, H., Rahimian, H., Baghestani, M. A. and Davatgar, N. 2010. Comparison of some herbicides on causing the Dwarfness on Rice. *Iranian Journal of Weed Sci.* 6: (2).23-40. (In Persian with English summary).
- Youshi, T. and Yutaka, K. 1979. Actual condition of paddy fields shown the dwarfish symptoms of rice plants, caused by benthocarb applications. *Weed Sci and Technol.* 24:(4) 247-253.
- Yutaka, K., Yoshio, T. and Yamada, T. 1979. Mechanism of dwarfing of rice plant in paddy field sprayed with benthocarb herbicide: 1. Occurrence of dwarfing of rice plant by benthocarb herbicide and its effects on growth and yield. *Weed Sci and Technol (The Weed Science Society of Japan).* 24: 4: 264-271.
- Zhang, W. and Webster, E. P. 2002. Shoot and root growth of rice (*Oryza sativa*) in response to V-10029. *Weed Technol.* 16: 768-772.
- Zimdahl, R. L. 2007. *Fundamentals of Weed Science.* Elsevier Inc. Pp. 689.

Study the Effect of Thiobencarb Method of Application on Causing Dwarfism in Rice

Bijan Yaghoubi¹, Mohammad Ali Baghestani², Hassan Alizadeh³, Hamid Rahimian³, Naser Davatgar¹, Atosa Farahpour¹.

¹Rice Research Institute of Iran ²Iranian Research Institute of Plant protection ³Tehran University

Abstract

In order to investigate the effect of thiobencarb (TB) method of application and dosage on causing dwarfism in rice this study was carried out in 2007 and 2008 in research fields of Rice Research Institute of Iran-Rasht. The experimental plots had the precedence of dwarfism occurrence. Experimental design was a randomized complete block design with 3 replications in factorial split arrangement of treatments. Main plot included factorial arrangement of time of TB application (before and after transplanting), and time of flooding (before and after transplanting) and sub plots were TB dosage in 6 levels (0, 1.5, 3, 4.5 and 6 kg.ai.ha⁻¹). Visual observation showed that TB causes dwarfism in paddy fields and its very distinctive symptoms were dark greenish color of leaves, short stature of seedlings, excessive unfertile tillering, fishhooking curvature leaves, brittle leaves and stems, delay in flowering and malformed panicle. These symptoms appeared 4-6 weeks after rice transplanting and lasted up to harvesting. Data analysis showed that the main effect and interaction of treatments affected dwarfism, days to 50% flowering, height, infertile grain, harvest index, economic and biologic yield. TB application "before transplanting and flooding" and "after transplanting and flooding" showed the highest and least negative effect on the above mentioned traits respectively. TB application "before transplanting and flooding" showed seven times more dwarfism compared with its application "after transplanting and flooding". Average grain and biological yield loss of rice affected by dwarfism if TB is applied "before transplanting and flooding" was 50% and if it is applied after transplanting and flooding was about 23%. In addition results of this research showed that in treatments with high dwarfism the average grain yield loss was two times more than biological yield loss. More decrease of grain yield (reproductive stage) compared with biologic yield (vegetative phase) indicates the role of a physiological disorder in addition to visual phytotoxicity. Researchers have reported that the toxic derivatives released from biological degradation of thiobencarb causes dwarfism in rice. Based on this results it seems that the microbial degradation of thiobencarb in paddy field of Guilan province has occurred from two decade ago base on prevalence of dwarfism in paddy field of this province.

Key Words: Herbicide, Water management, Paddy field, time of herbicide application, flowering