مجله دانش علف‌های‌هرز

مجله دانش علف‌های‌هرز (۲) ٦ (۱۳۸۹) ٤٠- ۲۳

مقایسه برخی علف‌کش‌ها در ایجاد عارضه کوتولگی در برنج

بیژن یعقوبی[۱]، حسن علیزاده[۲]، حمید رحیمیان[۲]، محمدعلی باغستانی[۳]، ناصر دواتگر[٤]

۱- دانشجوی دکتری علوم علف‌های‌هرز- دانشگاه تهران ۲- پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران ۳- موسسه تحقیقات گیاهپزشکی ۱و۴-موسسه تحقیقات برنج کشور

تاریخ دریافت : ۸۹/۹/۵

تاریخ پذیرش: ۹۰/۳/٤

چکیده:

به منظور بررسی نقش مهمترین علف‌کش‌های انتخابی شالیزار در ایجاد عارضه کوتولگی برنج این آزمایش در سال ۱۳۸۶ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور در شرایط آزمایشگاهی و گلدانی اجرا گردید. بررسی‌های دز-پاسخ با استفاده از علف‌کش‌های تیوبنکارب، بوتاکلر و اکسادیارژیل و برنج رقم هاشمی در پتری‌دیش حاوی آگار و محیط کشت یوشیدا انجام شد. ارزیابی چشمی گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها نشان داد که علف‌کش تیوبنکارب سبب ایجاد علائم اختلالات رشدی ویژه‌ای شامل برگ‌های سبز تیره، کوتاهی ارتفاع، برگ‌های کوتاه و ضخیم و ریشه‌های قهوه‌ای می‌گردد، که این نشانگان علائم عارضه کوتولگی برنج هستند. بر اساس پارامترهای تجزیه رگرسیونی، اثرات بازدارندگی تیوبنکارب بر روی ارتفاع، طول ریشه‌چه و وزن تر گیاهچه‌های برنج بطور معنی‌داری بیشتر از دو علف‌کش دیگر بود. دز مورد نیاز برای ۵۰٪ کاهش (GR_{50}) ارتفاع برنج برای علف‌کش تیوبنکارب ۴۰ و ۱۳ مرتبه کمتر از بوتاکلر و اکسادیارژیل بود. آزمایش دوم به منظور ارزیابی صحت آزمایش اول و بررسی تأثیر علف‌کش تیوبنکارب در ایجاد عارضه کوتولگی اجرا گردید. آزمایش در گلدان‌های حاوی خاک اراضی شالیزاری با سابقه کوتولگی انجام شد. تیمارها شامل زمان مصرف علف‌کش (قبل و بعد از نشاءکاری)، سطح آب گلدان هنگام مصرف علف‌کش (غرقاب و اشباع) و دز علف‌کش (۰، ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار) بود و آزمایش در قالب طرح فاکتوریل اسپلیت، اسپلیت در سه تکرار اجرا گردید. نتایج این بررسی نیز نشان داد که فقط علف‌کش تیوبنکارب سبب بروز کوتولگی شده و نتایج آزمایش قبلی را تأئید نمود. تجزیه داده‌ها نشان داد که گیاه‌سوزی ناشی از تیوبنکارب (کوتولگی) به شدت تحت تأثیر دز علف‌کش تیوبنکارب، زمان مصرف علف‌کش و روش آبیاری قرار گرفت. داده‌ها بیانگر این واقعیت بودند که کاربرد تیوبنکارب در خاک‌های اشباع سه برابر بیشتر از خاک‌های غرقاب بر روی برنج گیاه‌سوزی داشته و یک همبستگی معنی‌دار سیگموئیدی (r^2>95%) مابین دز علف‌کش و گیاه‌سوزی تیوبنکارب وجود داشت. بطور کلی مصرف تیوبنکارب پس از نشاءکاری در مقایسه با قبل از نشاءکاری سبب کاهش شدت کوتولگی گردید. بر اساس نتایج این تحقیق برای مدیریت عارضه کوتولگی در کشت نشائی برنج، غرقاب مزرعه قبل از مصرف علف‌کش و نیز کاربرد علف‌کش پس از نشاءکاری و در حداقل دز توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تیوبنکارب، گیاه‌سوزی، اختلالات مرفولوژیک، کوتولگی

[1] Correspondance to: byaghoubi2002@yahoo.com, byaghoubi@ut.ac.ir

مقدمه

کوتولگی برنج عارضه‌ای است فیزیولوژیکی که سبب اختلال در روند طبیعی رشد برنج، طولانی شدن دوره رشد رویشی، تأخیر در رشد زایشی و کاهش عملکرد برنج می‌گردد. علائم عارضه کوتولگی برنج در دهه ۱۳۷۰ توجه محققین مؤسسه تحقیقات برنج کشور را به خود جلب، و اولین گزارش رسمی از بررسی‌های مقدماتی بر روی این عارضه در ششمین گردهمائی سالیانه برنج کشور در اصفهان ارائه گردید (Padasht, 1997). در این گزارش عارضه کوتولگی مشکل ارقام مختلف برنج و مناطق متعدد شالیکاری استان گیلان عنوان گردید. بر اساس این گزارش علائم عارضه کوتولگی شبیه علائم برخی بیماری‌های ویروسی برنج[۱] و قابل انتقال از راتون[۲] به گیاهچه‌های جوان رویشی گزارش شد، امّا بررسی‌های مشترک محققین مؤسسه تحقیقات برنج با همکاری دانشگاه شیراز در شناسائی و جداسازی عوامل ویروسی از گیاهان آلوده میسّر واقع نگردید (Mohammad Sharifi *et al*., 2001). به دلیل بد شکلی گیاهچه‌های مبتلا به عارضه کوتولگی، عدم بهبود گیاه در طول دوره رشد رویشی و هراس از گسترش عارضه، این اختلالات رشدی تحت عنوان "سرطان" در بین شالیکاران گیلانی شناخته می‌شود. کلروز و نکروز، حالت برگ پیازی و پیچیدگی گیاهچه‌های برنج، رنگ‌پریدگی یا سفیدی برگ[۳] از نشانه‌های رایج گیاه‌سوزی و اختلالات رشدی ناشی از علف‌کش‌ها بر روی برنج هستند (اطلاعات منتشر نشده است). امّا بر خلاف همه موارد معمول، علائم شاخص عارضه کوتولگی برنج در شمال کشور رنگ سبز تیره و افزایش پنجه در مراحل اولیه رشد است، که این علائم می‌توانند به اشتباه به عنوان شاخص شادابی و سلامت برنج در مرحله رشد رویشی قلمداد گردند. امّا عدم توسعه ارتفاع در مراحل بعدی رشد ابتلاء برنج به یک اختلال فیزیولوژیک را آشکار خواهد ساخت. علائم کوتولگی در حالت حادّ از مرگ و میر در مرحله رشد رویشی آغاز و در حالت مزمن تنها با تأخیر در گلدهی و رسیدگی برنج نمایان می‌گردند. اولین نشانه‌های عارضه از حدود سه تا چهار هفته و علائم شاخص کوتولگی حدود پنج هفته پس از نشاءکاری مشاهده می‌شوند. گیاهچه‌های با رنگ سبز تیره و برگ‌های مواج و کوتاه، عدم رشد میانگره و خروج برگ از میانگره‌های نزدیک به سطح خاک، تولید پنجه غیر طبیعی از گره‌های بالاتر از سطح خاک (بر روی بندهای بالاتر ساقه)، تورم ساقه و برگ‌های قلاب مانند از علائم عارضه کوتولگی برنج در مرحله رشد رویشی است. تأخیر در گلدهی، عدم خروج خوشه از غلاف برگ، خوشه‌های غیر طبیعی، دیررسی، ناهمزمانی در رسیدن، افزایش میزان پوکی و کاهش عملکرد نیز از علائم این عارضه در مرحله رشد زایشی هستند (اطلاعات منتشر نشده است). علائم شاخص عارضه کوتولگی برنج در شمال کشور (رنگ سبز تیره و ارتفاع کوتاهتر)، از نشانه‌های ابتلاء برنج به بیماری ویروسی "کوتولگی" است که از جنوب کشور و دیگر نقاط دنیا گزارش شده و تحت عنوان "بیماری کوتولگی گال سیاه برنج" شناخته می‌شود (Kamran *et al*., 2000). از سوی دیگر برخی این نشانگان را از علائم کمبود عنصر غذائی "روی" یا "روی و پتاس" در برنج می‌دانند که در مزارع برنج شمال بطور همزمان شیوع داشت (Shahdi, 2003). شباهت ظاهری کوتولگی به بیماری‌های ویروسی و کمبود عناصر غذائی، گسترش عارضه و عدم ارائه راهکار برای مهار آن پس از گذشت چندین سال، و نیز به دلیل اهمیت برنج در استان‌های شمالی همگی سبب شدند تا محققین و صاحب‌نظران برنج از مؤسسات تحقیقاتی و دانشگاه‌های مختلف (موسسات تحقیقات برنج، خاکشناسی، گیاهپزشکی و دانشگاه‌های گیلان، مازندران و شیراز) در طرح تحقیقاتی مشترکی به بررسی این عارضه بپردازند (Mohammad Sharifi *et al*., 2001). در این بررسی تیمی پس از انجام آزمایشات متعدد نقش عوامل ژنتیکی و زراعی، بیماری‌های ویروسی، حشرات، زنجره‌ها و حتّی علف‌کش‌ها در ایجاد عارضه کوتولگی مردود و سرانجام عامل عارضه کوتولگی برنج کمبود عناصر غذائی "روی" و

[1] Wrinkled stunt
[2] Ratoon
[3] Bleaching

"پتاس" اعلام گردید (Shahdi, 2003). اما گذشت زمان نشان داد که توصیه‌های متعاقب این یافته نمی‌تواند مشکل کوتولگی را بطور کامل رفع نماید. بطوریکه این عارضه هنوز پس از گذشت حدود دو دهه یکی از مسائل بحث‌انگیز در این زراعت است. پراکنش عارضه بیشتر به صورت لکه‌ای یا نقطه‌ای در حاشیه اراضی بویژه اراضی باتلاقی دیده می‌شود و میزان کاهش عملکرد اقتصادی در آن نقاط تا ۸۰ درصد نیز می‌رسد. این عارضه تاکنون در دو استان گیلان و مازندران مشاهده شده، امّا شدت عارضه در استان گیلان به مراتب بیشتر از استان مازندران است (اطلاعات منتشر نشده است). تخمین آلودگی سالیانه عارضه کوتولگی هنوز میسّر نشده، امّا در برخی سال‌ها میزان آلودگی شالیزارهای استان گیلان به عارضه کوتولگی به صورت غیررسمی ۲۰ درصد گزارش شده است. استان‌های گیلان و مازندران هر یک حدود ۲۳۰ هزار هکتار شالیزار و ۷۰ درصد تولید برنج کشور متعلق به این دو استان است.

بر اساس مطالعات انجام شده در موسسه تحقیقات برنج کشور، نقش علف‌کش‌های شالیزار رایج در ایران در ایجاد عارضه کوتولگی مردود گزارش گردید (Mohammad Sharifi *et al.*, 2001). اما این نتیجه با گزارشات دیگر محققین بعضی از کشورهای برنج‌خیز مطابقت نداشته و به نظر می‌رسد مطالعه نقش علف‌کش‌ها در ایجاد عارضه کوتولگی نیاز به بازنگری دارد. بررسی منابع نشان می‌دهد که برخی علف‌کش‌های برنج مثل تیوبنکارب[1]، کوئینکلوراک[2]، تریکلوپیر[3]، پروپانیل[4] و توفوردی[5] سابقه ایجاد اختلالات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در رشد برنج در برخی شرایط را دارند (Chen, 2002; Groth *et al.*, 1999). بعلاوه علف‌کش تیوبنکارب دارای سابقه طولانی در ایجاد عارضه کوتولگی برنج در ژاپن (Yutaka *et al.*, 1979; Youshi & Koyama, 1979; Tadao *et al.*, 1979) و امریکا (Growth & Bollich *et al.*, 1996; Groth *et al.*, 1996; Sander., 1996; Tjeerdema & Crosby, 2000) است. در برخی انتشارات مؤسسه تحقیقات بین‌المللی برنج نیز علائم خسارت علف‌کش تیوبنکارب شامل کوتولگی و بدشکلی و رنگ سبز تیره و در برخی موارد سوختگی برگها نیز عنوان گردیده است (Ampong & De Detta, 1991). بررسی منابع حاکی از پیچیدگی شرایطی است که سبب بروز عارضه کوتولگی توسط علف‌کش تیوبنکارب می‌گردد. نوع خاک، عناصر غذائی موجود در خاک، فعالیت میکروبی و ماده آلی از جمله عوامل مؤثر در ایجاد عارضه کوتولگی برنج به وسیله علف‌کش تیوبنکارب هستند (Moon & Chen, 2002; Smith & Dilday, Tenbrook *et al.*, 2004; Kuwatsuka, 1984; 2003).

تاکنون حدود ۱٤ علف‌کش در زراعت برنج کشور ثبت شده و آنها بطور وسیعی در این زراعت مصرف می‌شوند. هر شالیکار حداقل از یک علف‌کش در مزرعه خود استفاده کرده و علف‌کش‌های تیوبنکارب، بوتاکلر و اکسادیارژیل (یا علف‌کش‌های هم‌خانواده آنها) بیش از ۹۰ درصد علف‌کش‌های مصرفی این زراعت را در سه دهه گذشته به خود اختصاص داده‌اند (اطلاعات منتشر نشده است). ثبت و بررسی اولیه این سموم با نمونه خارجی و در یک شرایط ویژه (اراضی غرقاب، گیاهچه‌های حدود ۵-٤ برگی برنج، پس از نشاءکاری و دامنه‌ای محدود از دز و نزدیک به دز توصیه شده) انجام شده‌است. علف‌کش‌ها در شرایط فوق‌الذکر دارای کمترین گیاه‌سوزی بر روی برنج هستند (Yaghoubi *et al.*, 2010). یک بررسی در استان گیلان نشان داد که حدود ۵۰ درصد شالیکاران علف‌کش‌ها را به رغم توصیه‌ها و بدون توجه به نوع علف‌کش، در شرایط غیرغرقاب (اشباع) و قبل از نشاءکاری مصرف می‌کنند. بعلاوه امروزه در زراعت برنج از گیاهچه‌های جوانتر (حدود ۳-برگی) بویژه در نشاءکاری ماشینی استفاده می‌شود (اطلاعات منتشر نشده است). احتمال می‌رود این روش مدیریت شالیزار در افزایش حساسیت گیاه زراعی به علف‌کش‌ها و ایجاد اختلالات رشدی و کوتولگی مؤثر باشد. در این تحقیق واکنش برنج رقم هاشمی (رقم غالب بومی، کیفی و تجاری کشور) به علف‌کش‌های

1 Thiobencarb (TB)
2 Quinclorac
3 Triclopyr
4 Propanil
5 2,4-D

تیوبنکارب، بوتاکلر و اکسادیارژیل در شرایط آزمایشگاهی و گلدانی بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

۱- بررسی علائم گیاه‌سوزی و دز-پاسخ برنج به مهمترین علف‌کش‌های شالیزار در محیط آگار

به منظور مقایسه برخی علف‌کش‌ها در ایجاد عارضه کوتولگی برنج، این آزمایش در تابستان ۱۳۸٦ در موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) و با استفاده از علف‌کش‌های تیوبنکارب[1] (ساترن ۵۰% EC)، بوتاکلر[2] (ماچتی ٦۰% EC) و اکسادیارژیل[3] (تاپ‌استار ۳% EC) انجام شد. مقدار توصیه شده علف‌کش تیوبنکارب ٦-٤، بوتاکلر ٤-۳ و اکسادیارژیل ۳/۵-۳ لیتر (ماده تجاری) در هکتار است (Masihi, 2007). دز مورد بررسی در این تحقیق در شش سطح ۰، ۱، ۲، ۳، ٤ و ۵ برابر حداقل دز توصیه شده بود. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. بررسی‌ها به صورت سه آزمایش مستقل (هر علف‌کش یک آزمایش) و بطور همزمان در یک اطاق اجرا گردید. دمای اطاق ۵± ۲۵ درجه سانتیگراد در شب و ۵ ± ۳۰ درجه سانتیگراد در روز بود. به منظور یکنواختی نور دریافتی گیاهچه‌ها، جابجائی پتری‌ها در جهات مختلف اطاق هفته‌ای سه بار انجام و نور تکمیلی نیز با استفاده از لامپ هالوژن سدیم ٤۰۰ وات (حداقل شدت نور ۲۳۰ میکرومول بر سانتیمتر مربع، ١٦ ساعت روشنائی و ۸ ساعت تاریکی) فراهم گردید. آزمایش با استفاده از برنج رقم هاشمی و در محیط آگار ۰/۸ درصد حاوی محلول غذائی یوشیدا (١٩٧٦) و پتری‌هایی به قطر نه سانتیمتر انجام شد. پس از افزودن مقدار ۵۰ سی‌سی آگار استریل به هر پتری تعداد ۱۵ عدد بذر پیش‌جوانه‌دار شده برنج در هر پتری کشت گردید. چهار روز پس از کشت و استقرار نسبی گیاهچه‌ها، پنج عدد از گیاهچه‌های غیر یکنواخت حذف و ۱۰ گیاهچه مشابه در هر پتری باقی گذاشته شدند. دز علف‌کش بر اساس مساحت پتری با استفاده از میکروپیپت در مرحله ۱/۵ برگی گیاهچه‌های برنج به سطح محیط کشت غرقاب پتری‌ها اضافه گردید. پتری‌ها در طول دوره آزمایش به صورت غرقاب و مشابه شرایط شالیزاری آبیاری شدند. همچنین در تیمارهای شاهد متعدد علائم گیاه‌سوزی علف‌کش‌های دیگر شالیزار بررسی شدند، تا از عدم تأثیر آنها در ایجاد عارضه کوتولگی اطمینان حاصل گردد، که به دلیل شباهت نتایج و علائم گیاه‌سوزی آنها به علف‌کش‌های هم خانواده و مورد بررسی در این تحقیق، داده‌برداری از آنها انجام نشد. سه هفته پس از کشت، شدت گیاه‌سوزی یا کاهش رشد (GR[4]) علف‌کش بر روی گیاهچه‌های برنج به روش چشمی و بر حسب نمره‌دهی صفر تا ۱۰۰ انجام شد، که ۱۰۰ به گیاهچه‌های در حال مرگ یا دارای علائم شاخص عارضه کوتولگی و صفر به گیاهچه‌های سالم (شاهد) اختصاص و بقیه تیمارها به نسبت این دو تیمار نمره‌دهی شدند (Zhang *et al.*, 2004). سپس گیاهچه‌ها برداشت و ارتفاع، طول ریشه و وزن تر آنها اندازه‌گیری و بر حسب درصد نسبت به شاهد بیان شدند. بعلاوه علائم گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها در ارقام فوق در طول رشد یادداشت گردید.

سپس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار سیگماپلات ۱۱ بر معادله سیگموئیدی لجستیک چهار پارامتره زیر برازش شدند (Kudsk & Streibig, 1993; Seefeldt *et al.*, 1995).

معادله ۱:

$$Y = f(x) = c + \frac{(D-C)}{1+(x/GR_{50})^{b}} = C + \frac{(D-C)}{1+\exp(b(\log(x)-\log(GR_{50})))}$$

که در این معادله D حد بالای منحنی، C حد پایین منحنی، b شیب خط، GR50 دز ۵۰ درصد بازدارندگی، Y درصد کنترل (کاهش رشد) و X دز علف‌کش است.

۲- آزمایشات گلدانی

[1] Thiobencarb (Thiocarbamates)
[2] Butachlor (Chloroacetamides)
[3] Oxadiargil (Oxadiazoles)
[4] Growth Reduction

به منظور ارزیابی نقش برخی علف‌کش‌ها در ایجاد عارضه کوتولگی این بررسی در شهریور ۱۳۸٦ در موسسه تحقیقات برنج کشور در فضای آزاد و با استفاده از برنج رقم هاشمی اجرا گردید. در این آزمایش تأثیر علف‌کش‌های اکسادیارژیل، بوتاکلر و تیوبنکارب در ایجاد عارضه کوتولگی برنج در سه آزمایش جداگانه، به صورت فاکتوریل اسپلیت سه فاکتوره، و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. تیمارها شامل زمان مصرف علف‌کش در دو سطح (یک روز قبل و دو روز بعد از نشاءکاری)، دز علف‌کش در شش سطح (صفر، ۲، ٤، ٦، ۸ و ۱۰ کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار[1]) و سطح آب کرتها هنگام مصرف علف‌کش یا روش آبیاری (غرقاب و اشباع) بود. در روش آبیاری غرقاب ابتدا گلدانها به ارتفاع ۵ سانتیمتر غرقاب و سپس تیمار علف‌کش اعمال گردید، و در روش آبیاری اشباع آب آزاد گلدانها خارج و سپس علف‌کش مصرف شد. آزمایش در گلدان‌هائی به ابعاد ۳٤×۲٦ و ارتفاع ۱۷ سانتیمتر انجام شد. ابتدا $\frac{۲}{۳}$ هر گلدان را پر از خاک کرده و پس از غرقاب آنها، با دست نسبت به اختلاط خاک با آب و ایجاد شرایط رشدی مشابه شالیزار (پادلینگ) اقدام گردید. خاک مورد استفاده در این آزمایش از محلی از اراضی شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج تهیه گردید که در آن علائم شاخص عارضه کوتولگی مشاهده شده بود. این خاک دارای بافت سیلتی رسی بود. دیگر مشخصات فیزیکوشیمیائی این خاک در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیائی خاک مورد استفاده در آزمایشات گلدانی

Table1- Some physic-chemistry characteristics of used soil in green house experiment

Organic %Carbon	%Sand	%Silt	%Clay	pH	N	Zn(ppm)	Cu(ppm)	P(ppm)	K(ppm[2])
۲-٤	٤	٥۲	٤٤	٦/۸	۰/۲۸	۱/٤۳	۱۸	٦۷	۲۸۱

یک روز پس از پادلینگ تعداد ۱۰ عدد گیاهچه ۳-۲ برگی برنج در هر گلدان نشاءکاری شد. تیمار آبیاری اشباع از زمان مصرف علف‌کش به مدت پنج روز تداوم و پس از آن کلیه گلدانها به حالت غرقاب (عمق ۷-٤ سانتیمتر) درآمدند. غرقاب تا پایان آزمایش با اضافه کردن آب شهر به گلدان‌ها حفظ گردید، تا محیط آزمایش شبیه شرایط شالیزاری باشد. اثرات نامتعارف و گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها و بویژه علائم عارضه کوتولگی بر اساس مشاهدات چشمی نسبت به شاهد، هفته‌ای دو بار ارزیابی و نمره‌دهی شده و میانگین آنها در تجزیه آماری مورد استفاده قرار گرفت. اثر علف‌کش‌ها در ایجاد عارضه کوتولگی بر اساس میزان شباهت آنها به علائم کوتولگی در شرایط مزرعه‌ای بر حسب درصد نمره‌دهی شدند. مبنای نمره‌دهی همانند آزمایش قبلی بود. پنج هفته پس از کشت، ارتفاع گیاهچه‌ها از سطح خاک گلدان تا انتهای بلندترین برگ اندازه‌گیری و سپس بوته‌ها از سطح خاک کف‌بر و وزن تر آنها اندازه‌گیری شد. از نرم افزار Excell و SAS 6.2 برای تبدیل و تجزیه داده‌ها استفاده شد. به دلیل تشابه نسبی نتایج علف‌کش‌های بوتاکلر و اکسادیارژیل به نتایج این علف‌کش‌ها در آزمایش اول و اطمینان از عدم تأثیر آنها در ایجاد عارضه کوتولگی، با توجه به هدف تحقیق داده‌های مربوط به علف‌کش تیوبنکارب و صفت کوتولگی در نتایج ارائه و بحث می‌شود.

قبل از تجزیه واریانس از آزمون نرمالیتی به منظور بررسی نرمال بودن خطاهای آزمایشی، آزمون بارتلت برای یکنواختی

[1] $Kg.ai.ha^{-1}$

[2] Part per million (ppm قسمت در میلیون)

خطاهای آزمایشی، تبدیل زاویه‌ای برای داده‌های بر حسب درصد ((Arcsin(Sqrt)(X*100)) و تبدیل جذری برای داده‌های ارزیابی چشمی یا نمره‌دهی (SQRT(X+1) استفاده شد.

نتایج و بحث

۱- بررسی‌های آزمایشگاهی

الف-علائم گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها در محیط آگار

توقف و کاهش رشد، لکه‌های قهوه‌ای و نکروزه بر روی ساقه و برگ برنج در پتری‌های تیمار شده با علف‌کش اکسادیارژیل از علائم ویژه گیاه‌سوزی این علف‌کش بودند. این علائم یک هفته پس از مصرف علف‌کش حتّی در دز توصیه شده نمایان و در دزهای بالاتر تشدید و سبب مرگ برخی گیاهچه‌ها گردید. این لکه‌ها به صورت نقطه‌ای بوده و تمام ساقه را در بر نمی‌گرفتند. لکه‌های قهوه‌ای کم رنگ، علائم اختصاصی علف‌کش‌های PPO[1] می‌باشد (Boger & Wakabayashi, 1995; Gitsopoulos & Froud, 2004). این لکه‌ها احتمالاً ناشی از اثرات جانبی فعالیت علف‌کش هستند، زیرا اکسادیارژیل دارای تحرک محدودی در گیاه بوده و معمولاً به اندام‌های هوائی منتقل نمی‌شود (Dickmann *et al.*, 1997). بررسی‌ها نشان داده است که علائم گیاه‌سوزی اکسادیارژیل موقتّی بوده و به تدریج ناپدید می‌گردند (Dario & Gallo, 1999). کاهش رشد و کلروز عمومی گیاهچه‌ها از علائم گیاه‌سوزی علف‌کش بوتاکلر بودند که تا دز دو برابر دز توصیه شده خفیف و با افزایش دز تشدید گردید. این علائم از اوایل هفته دوم پس از مصرف علف‌کش نمایان شدند. زیمدال (Zimdahl, 2007) گزارش نمود که گیاهان تیمار شده با کلرواستامیدها، توقف رشد ساقه‌چه در حال ظهور را سبب می‌گردند و تولید گیاهچه غیر طبیعی که قادر به خروج از خاک نباشد از تبعات مصرف این گروه از علف‌کش‌ها است. کاهش طول و افزایش عرض برگ بویژه برگ دوم در گیاهچه‌های تیمار شده با علف‌کش تیوبنکارب آنرا از دو علف‌کش دیگر متمایز نمود. کلروز و کاهش کلروفیل برنج در پتری‌های تیمار شده با علف‌کش‌های بوتاکلر و اکسادیارژیل مشاهده گردید، درحالیکه افزایش کلروفیل و رنگ سبز تیره در گیاهچه‌های تیمار شده با علف‌کش تیوبنکارب کاملاً مشهود بود. بعلاوه تورم ساقه، پیچیدگی برگ و رنگ سبز تیره گیاهچه‌های تیمار شده با علف‌کش تیوبنکارب، این علف‌کش را از دو علف‌کش دیگر و نیز شاهد متمایز کرده بود. گیاه‌سوزی علف‌کش‌های بوتاکلر و اکسادیارژیل یک هفته پس از مصرف علف‌کش ظاهر و در دزهای بالا سبب مرگ برخی گیاهچه‌ها گردید. در حالیکه اختلالات رشدی پتری‌های تیمار شده با علف‌کش تیوبنکارب دیرتر از دو علف‌کش دیگر (هفته سوم) ظاهر شده و تا پایان آزمایش حتی در دز توصیه شده علائم اختلالات رشدی و گیاه‌سوزی آن قابل مشاهده بود. تبوبنکارب بر خلاف دو علف‌کش دیگر مرگ و میر در گیاهچه‌های برنج را سبب نگردید. دونالد و همکاران کاهش میزان جیبرلین در گیاه در اثر مصرف علف‌کش‌های خانواده تیوکارباماتها و کلرواستامیدها را دلیل کاهش ارتفاع گیاه گزارش کردند (Donald *et al.*, 1979). علائم رایج خسارت تیوکارباماتها بدشکلی اولین برگ واقعی و محدودیت در ظهور کولئوپتیل است. در مزارع تیمار شده گراس‌های حساس اغلب ظهور پیدا می‌کنند امّا خیلی کوچک باقی می‌مانند و برگ‌های جوان حالت بد شکلی پیدا کرده و سرانجام گیاه می‌میرد (Monaco *et al.*, 2002). به گزارش چزالین و تیموفیوا (Chesalin & Timofeeva, 1969) تری‌آلات (از علف‌کش‌های خانواده دی‌تیوکارباماتها) سبب افزایش میزان کلروفیل در ارزن و یولاف وحشی می‌شود.

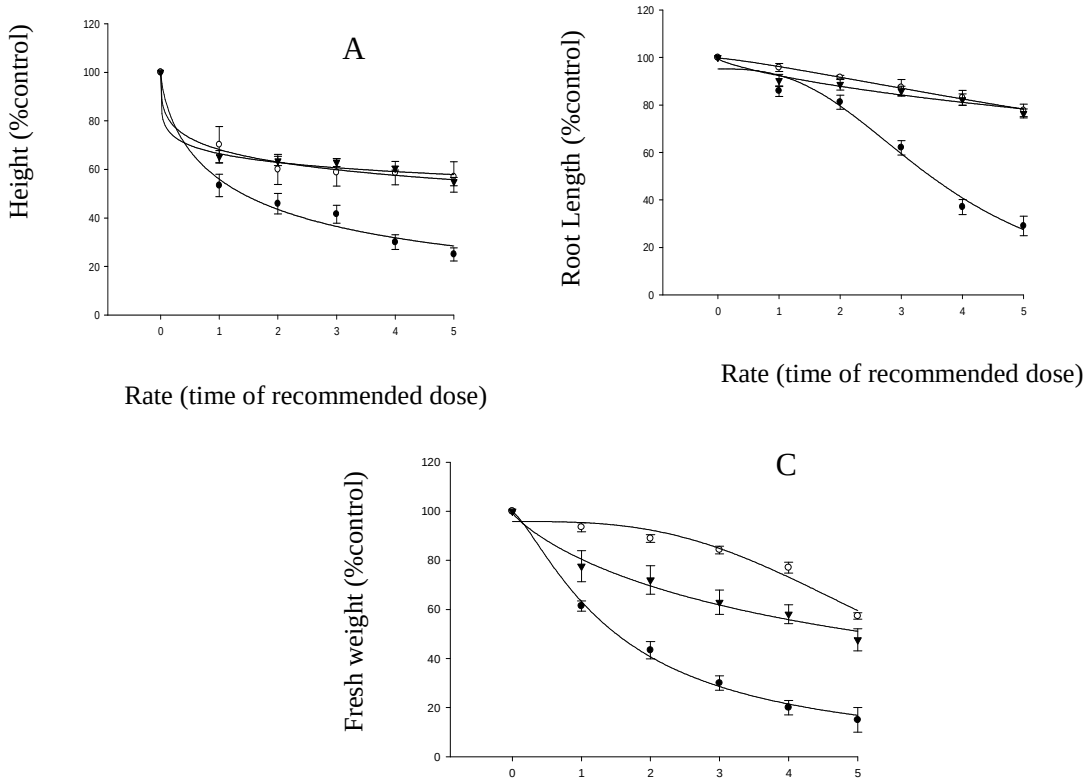
ب- دز-پاسخ برنج به علف‌کش‌ها در محیط آگار

علاوه بر علائم گیاه‌سوزی، واکنش برنج به علف‌کش‌ها با برازش منحنی‌های دز-پاسخ سیگموئیدی لجستیک سه پارامتره بررسی گردید. با افزایش دز هر سه علف‌کش ارتفاع، وزن تر و طول ریشه برنج کاهش یافت، امّا میزان کاهش تمام این صفات در تیمارهای مربوط به علف‌کش تیوبنکارب بطور معنی‌داری ($P<0.0001$) بیشتر از دو علف‌کش بوتاکلر و اکسادیارژیل بود (شکل ۱ و جدول ۲). GR_{50} علف‌کش

[1] Inhibition of protoporphyrinogen oxidase (PPO)

تیوبنکارب برای صفات ارتفاع، وزن تر و طول ریشه به ترتیب در ۰/۷۹، ۱/۵۲ و ٤/۵۷ برابر دز توصیه شده بود، که این داده‌ها برای علف‌کش بوتاکلر ۱۰/۰٤، ۵/۷۰ و ۱٤/۰۷ و برای علف‌کش اکسادیارژیل ۳۱/۷۲، ۵/۳۲ و ۲۷/۱۷ برابر دز توصیه شده بود.

مقایسه این داده‌ها با استفاده از خطای استاندارد بیانگر این مهّم است که از یک سو واکنش برنج رقم هاشمی به علف‌کش‌های مختلف متفاوت است، و از سوی دیگر اثرات بازدارندگی یک علف‌کش بر صفات مختلف یک رقم برنج نیز یکسان نیست. بر اساس داده‌های جدول ۲ علف‌کش تیوبنکارب نسبت به دو علف‌کش دیگر دارای اثرات بازدارندگی بیشتری بر روی برنج است. ارتفاع برنج نسبت به وزن تر و طول ریشه به ترتیب حدود شش و سه مرتبه حساسیت بیشتری نسبت به علف‌کش تیوبنکارب نشان داد. نکته مهم در این خصوص این است که تیوبنکارب حتی در دز کمتر از دز توصیه شده (۷۹٪ دز حداقل توصیه شده) ۵۰ درصد کاهش در ارتفاع برنج را سبب گردید، که این ویژگی تیوبنکارب، آنرا از دیگر علف‌کش‌ها متمایز نمود (جدول ۲). بر این اساس به نظر می‌رسد علف‌کش تیوبنکارب به دلیل اختلال در تقسیم سلولی دارای پتانسیل بیشتری در ایجاد عارضه کوتولگی در شرایط مزرعه‌ای باشد. به گزارش کیمورا و همکاران (Kimura & Matsunaka, 1971) تیوبنکارب به شدت از طویل شدن قطعات برگ تحریک شده توسط ایندول استیک اسید (IAA) جلوگیری می‌نماید.



شکل ۱ - واکنش ارتفاع (A)، طول ریشه (B) و وزن تر (C) گیاهچه‌های برنج (بر حسب درصد نسبت به شاهد بدون علف‌کش) به دز علف‌کش‌های تیوبنکارب (●)، بوتاکلر (○) و اکسادیارژیل (▼) در آگار حاوی محیط کشت یوشیدا. برای تعیین رابطه بین دز علف‌کش و میزان کاهش در صفات مورد بررسی معادلات سیگموئیدی لجستیک سه پارامتره با استفاده از نرم‌افزار سیگماپلات ۱۱ برآزش شده است. علائم میانگین چهار تکرار هستند.

Figure 1- Response of rice seedlings Height (A), Root Length (B) and Fresh Weight (C) as percentage of the untreated control to herbicides Thiobencarb (●), Butachlor (○) and Oxadiargil (▼) in agar containing Yoshida growth medium. Lines are the response curves predicted by using sigmoidal logistic 3 parameters equation and Sigma plot software Ver.11. Symbols represents means of four replicates.

جدول ۲- خلاصه پارامترهای تجزیه رگرسیون حاصل از برآزش تابع دز-پاسخ سیگموئیدی لجستیک سه پارامتره بررسی تأثیر علف‌کش‌های اکسادیارژیل، بوتاکلر و تیوبنکارب بر وزن تر، ارتفاع و طول ریشه برنج در محیط آگار حاوی محلول یوشیدا.

Table 2- Summary of the results of regression analysis of fitting sigmoidal logistic 3 parameters equation dose response model of rice height, root length and fresh weight to herbicides Oxadiargil, Butachlor and Thiobencarb in agar containing Yoshida growth medium.

Herbicide type									
	Oxadiargil			Butachlor			Thiobencarb		
Seedlings trait / Model parameters	Fresh weight	Height	Root length	Fresh weight	Height	Root length	Fresh weight	Height	Root length
GR_{50}	5.32	31.72	27.17	5.70	10.04	14.07	1.52	0.79	4.57
se	0.72	22.74	12.96	0.43	3.78	1.00	0.06	0.11	0.37
Y0	99.5	99.98	99.55	97.74	100.04	99.76	100.01	100.0	98.79
b	0.86	0.19	27.17	2.36	0.32	14.07	0.96	0.28	4.57
Adj R^2	0.96	0.95	0.99	0.99	0.97	0.99	0.93	0.99	0.96

GR_{50} is the herbicide dose required for 50% reduction in related trait, Y0 is the predicted trait in absence of herbicide, se is the standard error and "b" is the equation slope.

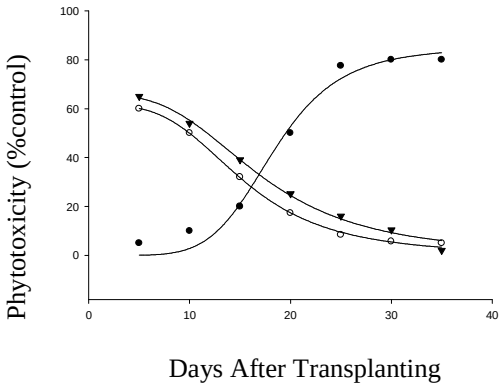
بر اساس صفات اندازه‌گیری شده در این تحقیق واکنش برنج به دو علف‌کش بوتاکلر و اکسادیارژیل مشابه بود (جدول ۲). میزان اثرات بازدارندگی (GR_{50}) دو علف‌کش بوتاکلر و اکسادیارژیل بر وزن تر برنج بیشتر از ارتفاع بوده و به ترتیب ۵/۷۰ و ۵/۳۲ برابر دز توصیه شده بود، در حالیکه GR_{50} برای ارتفاع برنج ۱۰/۰٤ و ۳۱/۷۲ برابر دز توصیه شده به ترتیب برای علف‌کش‌های بوتاکلر و اکسادیارژیل بود. به بیان دیگر علف‌کش‌های بوتاکلر و اکسادیارژیل نسبت به علف‌کش تیوبنکارب به مراتب دارای اثرات بازدارنگی کمتری بر روی ارتفاع برنج بوند.

مقایسه علف‌کش‌ها از نظر میزان بازدارندگی نسبی با یکدیگر نشان می‌دهد که تیوبنکارب به ترتیب ٤۰ و ۱۳ مرتبه نسبت به علف‌کش‌های اکسادیارژیل و بوتاکلر دارای بازدارندگی بیشتری بر روی ارتفاع برنج بود. بعلاوه واکنش وزن تر و طول ریشه برنج به علف‌کش‌های اکسادیارژیل و بوتاکلر مشابه و علف‌کش‌های فوق در مقایسه با تیوبنکارب دارای اثرات بازدارندگی کمتری بودند. تیوبنکارب نسبت به بوتاکلر و اکسادیارژیل ٦-۳ مرتبه اثرات بازدارندگی بیشتری بر روی وزن تر و طول ریشه گیاهچه برنج داشت.

بر این اساس به نظر می‌رسد عامل ایجاد عارضه کوتولگی در شالیزارهای شمال کشور را می‌توان به اختلالات رشدی ناشی از علف‌کش‌ها نسبت داد. در این بررسی کاهش شدید ارتفاع (حتی در دز کمتر از دز توصیه شده)، رنگ سبز تیره و اعوجاج (کج و معوج) ساقه و برگ که از علائم عمده عارضه کوتولگی هستند، فقط در پتری‌های تیمار شده با علف‌کش تیوبنکارب مشاهده گردید. بنابر این نتایج تأثیر علف‌کش‌های بوتاکلر و اکسادیارژیل در ایجاد عارضه کوتولگی محتمل نبوده و به نظر می‌رسد که علف‌کش تیوبنکارب پتانسیل بیشتری برای ایجاد این عارضه داشته باشد. تأثیر بیشتر تیوبنکارب در کاهش ارتفاع، بیانگر تأثیر این ترکیبات در کاهش تقسیم سلولی و یا ممانعت از بزرگ شدن سلولی است. از آنجائیکه تیوکارباماتها بازدارنده سنتزاسیدهای چرب با زنجیره بلند هستند، کاهش ارتفاع برنج ممکن است به دلیل محدودیت فسفوریلاسیون باشد که برای تشکیل غشاء و تقسیم سلولی ضروری است (Ahrens *et al.*, 1994). فنوکساپروپ سبب کاهش ارتفاع برنج در شرایط مزرعه‌ای گردید، امّا مکانیزم فیزیولوژیکی که دلیل این پدیده را بیان نماید هنوز ارائه نشده است (Derrick, 1990). تحمل برنج به علف‌کش‌های انتخابی این زراعت وابسته به مرحله رشدی گیاه زراعی است و گیاهچه‌های برنج قبل از ۲-برگی به علف‌کش‌ها حساس بوده و پس از مرحله ۳-برگی به مراتب تحمل آنها افزایش می‌یابد (Pantone & Baker, 1992).

۲- آزمایشات گلدانی

مشاهدات بیانگر آن بود که تیوبنکارب سبب بروز عارضه کوتولگی و دو علف‌کش دیگر (بوتاکلر و اکسادیارژیل) در بروز این عارضه نقشی نداشتند. علائم گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها در این آزمایش همانند آزمایش یک و علائم مزرعه‌ای عارضه کوتولگی بود. تفاوت عمده گیاه‌سوزی ناشی از علف‌کش تیوبنکارب با دو علف‌کش دیگر، در زمان بروز علائم گیاه‌سوزی و زمان بازیابی مجدد (recovery) گیاهچه‌های برنج بود (شکل ۲). علائم اختصاصی عارضه کوتولگی و اختلالات رشدی تیوبنکارب در هفته سوم پس از نشاءکاری قابل مشاهده بود، که این علائم در هفته چهارم تشدید و تا هفته پنجم (زمان برداشت گیاهچه‌ها در این آزمایش) نیز بر روی گیاهچه‌ها تداوم یافت. در حالیکه شدت گیاه‌سوزی ناشی از علف‌کش‌های بوتاکلر و اکسادیارژیل از اواخر هفته نخست نمایان و تا آخر هفته سوّم بطور نسبی بهبود و گیاهچه‌های برنج روند طبیعی رشد را نشان دادند. بعلاوه حداکثر شدت گیاه‌سوزی دو علف‌کش بوتاکلر و اکسادیارژیل حدود ۶۰٪ و مشابه یکدیگر بودند (جدول ۳).



شکل ۲- گیاه‌سوزی علف‌کش‌های تیوبنکارب (●)، بوتاکلر (○) و اکسادیارژیل (▼) در دو برابر دز توصیه شده بر روی گیاهچه‌های برنج در شرایط گلدانی.

Figure 2- Thiobencarb (●), Butachlor (○) and Oxadiargil (▼) Phytotoxicity in two times of recommended dose on rice in pot condition.

جدول ۳- مقایسه میانگین میزان گیاه‌سوزی (کوتولگی) علف‌کش‌های مختلف از هفته دوم تا پنجم پس از نشاءکاری

Table 3– Mean comparison of visual toxicity (Dwarfism) of herbicides (Week after transplanting)

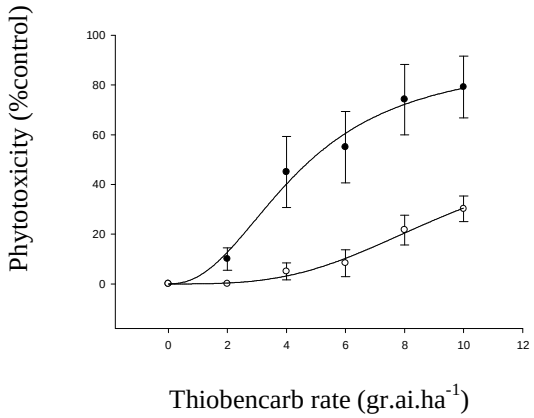
	Week after transplanting			
	2	3	4	5
Herbicide	**Mean value**	**Mean value**	**Mean value**	**Mean value**
Thiobencarb	1.88	2.25	11.18	27.36
Butachlor	14.17	15.0	13.33	0.07
Oxadiargil	26.25	23.33	17.50	0.83
LSD	6.41	7.03	7.35	8.56

اهمیت این موضوع در آن است که در صورت بروز زودهنگام علائم گیاه‌سوزی یک علف‌کش، امکان تشخیص علائم خسارت علف‌کش و مدیریت آن (واکاری مزارع دارای گیاه‌سوزی شدید) برای کشاورز میسّر خواهد بود. هم‌چنین

بهبود زود هنگام علائم گیاه‌سوزی علف‌کش احتمال تأثیر اختلالات مرحله رشد رویشی در عملکرد و رشد زایشی را کاهش می‌دهد. بروز دیرهنگام نشانگان اختلالات رشدی یک علف‌کش (در خصوص علف‌کش تیوبنکارب در این تحقیق مشاهده شد)، به دلیل از دست رفتن فصل کشت، امکان مدیریت آن ممکن نخواهد بود. بعلاوه دوام طولانی‌تر این علائم بر روی برنج احتمال انتقال گیاه‌سوزی مرحله رشد رویشی به رشد زایشی و کاهش عملکرد را افزایش خواهد داد. همچنین تعدد علائم کوتولگی و ظاهر شدن بخشی از این علائم در هر مزرعه و یا در مراحل مختلف رشد گیاه زراعی می‌تواند سبب اشتباه در تشخیص اختلالات رشدی ناشی از یک علف‌کش گردد. بروز همزمان علائم گیاه‌سوزی تیوبنکارب (کوتولگی) با علائم کمبود عنصر غذائی "روی" و یا بیماری‌های ویروسی سبب سردرگمی در تشخیص این عارضه در گذشته و نسبت دادن گیاه‌سوزی علف‌کش به کمبود عناصر غذائی (Shahdi, 2003) و یا بیماری‌های ویروسی شده بود (Padasht, 1997).

تأثیر روش آبیاری بر کوتولگی: تجزیه آماری داده‌های علف‌کش تیوبنکارب نشان داد که شدت عارضه کوتولگی بطور معنی‌داری ($P<0.001$) تحت تأثیر روش آبیاری و اثر متقابل روش آبیاری در دز علف‌کش قرار گرفت (جدول ٤). شدت عارضه کوتولگی ناشی از دزهای مختلف تیوبنکارب در دو روش آبیاری متفاوت بود، امّا همبستگی مثبت و مشابه با دز علف‌کش نشان داد (٪ ۹۸= R^2) (شکل ۳).

مصرف علف‌کش در شرایط اشباع سبب کاهش قابلیت انتخابی این علف‌کش (تشدید گیاه‌سوزی یا کوتولگی) و کاربرد آن در شرایط غرقاب افزایش قابلیت انتخابی علف‌کش (کاهش گیاه‌سوزی یا کوتولگی) برای برنج را سبب گردید. حداکثر کوتولگی در روش آبیاری اشباع ۷۹ درصد و در روش آبیاری غرقاب ۳۰ درصد (در ۱۰ کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار) بود (شکل ۳). مقادیر GR_{50} در روش آبیاری اشباع ٤/٤ و در آبیاری غرقاب ۹/۵ کیلوگرم ماده مؤثر در هکتار بود. مقایسه این مقادیر با استفاده از خطای استاندارد (se) بیانگر تفاوت معنی‌دار GR_{50} دو روش آبیاری با یکدیگر بود. با توجه به نتایج به دست آمده از این آزمایش می‌توان بیان داشت که روش آبیاری از عواملی است که می‌تواند سبب تشدید یا تقلیل شدت عارضه کوتولگی گردد.



شکل۳- گیاه‌سوزی علف‌کش تیوبنکارب در دو روش آبیاری اشباع و غرقاب بر روی گیاهچه‌های برنج در شرایط گلدانی پنج هفته پس از کاربرد علف‌کش (● آبیاری اشباع، ○ آبیاری غرقاب)

Figure 3- Phytotoxicity of thiobencarb in saturated and flooded pots on rice five weeks after herbicide application (● Saturated, ○ Flooded).

جدول ٤- تجزیه واریانس اثر زمان مصرف، روش آبیاری، غلظت علف‌کش تیوبنکارب و اثرات متقابل آنها بر وزن تر، ارتفاع و ایجاد عارضه کوتولگی.

Table 4 – Variance analysis of the effect of Time of herbicide application, Irrigation method, Dose and their interaction on Thiobencarb phytotoxicity.

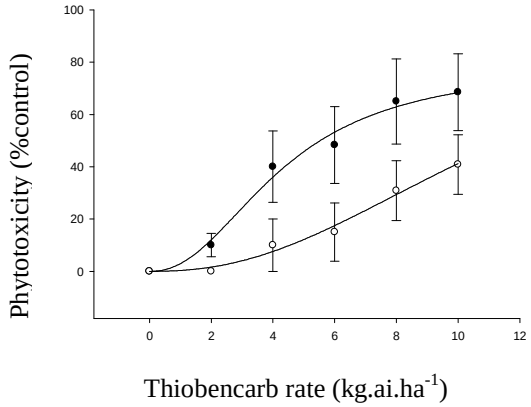
		Dwarfism (Phytotoxicity)		Fresh Weight		Height	
Effect	**DF**	**F Value**	**P**	**F Value**	**P**	**F Value**	**P**
Time of application	1	13.08	0.001	15.76	0.001	42.58	0.0006
Irrigation method	1	28.23	0.001	7.86	0.002	204.39	<.0001
Time*Irrigation	1	4.40	0.080	0.29	0.59	0.001	0.96
Dose (Herbicide)	5	62.09	<.0001	12.09	<.0001	208.94	<.0001
Time*Dose	5	6.35	0.0002	1.48	0.0007	9.17	<.0001
Irrigation* Dose	5	15.90	<.0001	0.34	0.11	18.17	<.0001
Time*irrigation*dose	5	1.67	0.016	0.12	0.74	0.82	0.54

رطوبت خاک در زمان مصرف علف‌کش یکی از فاکتورهای مهم و مؤثر در تعیین میزان گیاه‌سوزی و رفتار علف‌کش‌های خاک مصرف است (Regitano *et al.*, 2002; Kim *et al*., 2003). بررسی‌های گریفین و بیکر (Griffin & Baker, 1990) نشان داد که کاربرد علف‌کش‌های فنوکساپروپ[1]، ستوکسیدیم[2] و هالوکسی‌فوب[3] پس از غرقاب (نسبت به قبل از غرقاب) گیاه‌سوزی کمتر، ارتفاع بیشتر و استقرار بهتر گیاهچه‌های برنج را به همراه داشت. امّا علف‌کش‌های پتوکسامید[4] و اکسادیارژیل دارای رفتار متفاوتی نسبت به علف‌کش‌های فوق‌الذکر بوده و با افزایش رطوبت خاک (غرقاب) اثرات گیاه‌سوزی بیشتری بر روی برنج نشان دادند (Dhareesank *et al*., 2005؛ Gitsopoulos & Froud-Williams, 2004).

زمان مصرف علف‌کش

شدت عارضه کوتولگی علاوه بر روش آبیاری بطور معنی‌داری (P<0.001) تحت تأثیر زمان مصرف علف‌کش و اثر متقابل زمان مصرف علف‌کش در دز علف‌کش قرار گرفت (جدول ٤). حداکثر شدت کوتولگی در تیمار مصرف علف‌کش قبل و بعد از نشاءکاری به ترتیب ٦۹ و ٤۱ ٪ بود. همانطوریکه در شکل ٤ ملاحظه می‌شود با افزایش مصرف علف‌کش تیوبنکارب میزان عارضه کوتولگی در برنج افزایش می‌یابد و سرعت این افزایش در تیمارهای اعمال شده قبل از نشاءکاری بیشتر از بعد از نشاءکاری بود. میزان متوسط گیاه‌سوزی تیوبنکارب در دو زمان قبل و بعد از نشاءکاری به ترتیب ۳۹ و ١٦ درصد بود. این نتایج نشان می‌دهد که مصرف علف‌کش مذکور قبل از نشاءکاری و در دز توصیه شده سبب ۵۰ ٪ کوتولگی می‌شود، در حالیکه شدت این عارضه در دز مشابه و زمان مصرف پس از نشاءکاری ۱۰ ٪ بود. به دلیل رشد سریع و زودهنگام برخی علف‌های‌هرز در شالیزار (سوروف) مصرف علف‌کش قبل از نشاءکاری در بعضی شرایط اجتناب‌ناپذیر و یک ضرورت است، بطوریکه امروزه حدود ۵۰ درصد شالیکاران علف‌کش‌های توصیه شده برای مصرف پس از نشاءکاری را قبل از نشاءکاری مصرف می‌کنند (اطلاعات منتشر نشده است). نتایج برخی تحقیقات نیز نشان داده است که مصرف تیوبنکارب قبل از کاشت دارای بیشترین کارآئی در کنترل سوروف است (Richard & Street, 1984). بعلاوه جهت سهولت در نشاءکاری (بویژه نشاءکاری ماشینی) و کمک به تثبیت گیاهچه‌های نشاء شده، معمولاً تا حدود پنج روز پس از نشاءکاری، شالیکاران از غرقاب مزرعه اجتناب می‌ورزند. بر اساس نتایج این تحقیق، این روش مدیریت سبب تشدید گیاه‌سوزی تیوبنکارب و ایجاد عارضه کوتولگی می‌گردد.

[1] Fenoxaprop
2 Sethoxydim
3 Haloxyfop
4 pethoxamid



شکل٤- گیاه‌سوزی علف‌کش تیوبنکارب بر روی گیاهچه‌های برنج در دو زمان مصرف علف‌کش (قبل و بعد از نشاءکاری) پنج هفته پس از کاربرد علف‌کش (● قبل از نشاءکاری، ○ بعد از نشاءکاری).

Figure 4- Phytotoxicity of thiobencarb on rice five week after herbicide application (●herbicide application before transplanting, ○ herbicide application after transplanting).

بررسی اثر متقابل دز علف‌کش، زمان مصرف و روش آبیاری بر عارضه کوتولگی

روند تغییرات شدت کوتولگی در مدیریت‌های زراعی مختلف شامل مصرف علف‌کش "قبل از نشاءکاری و در کرت‌های اشباع" (BTS[1])، مصرف علف‌کش" قبل از نشاءکاری در کرت‌های غرقاب" (BTF[2])، مصرف علف‌کش "پس از نشاءکاری در کرت‌های اشباع" (ATS[3]) و مصرف علف‌کش "پس از نشاءکاری در کرت‌های غرقاب" (ATS[4]) در شکل ۵ با برازش مدل سیگموئیدی لجستیک نشان داده شده است. مقایسه روند تغییرات شدت گیاه‌سوزی تیوبنکارب در شرایط مختلف زراعی بیانگر تأثیر معنی‌دار روش مدیریت مزرعه بر رفتار علف‌کش و شدت گیاه‌سوزی است. مقایسه پارامترهای تجزیه رگرسیونی عارضه کوتولگی با استفاده از خطای استاندارد نشان می‌دهد که این پارامترها در روش‌های مختلف مدیریت مزرعه با یکدیگر تفاوت معنی‌داری دارند (جدول ۵). بالاترین شدت عارضه کوتولگی (Y0) از تیمارهائی به دست آمده که علف‌کش تیوبنکارب به صورت قبل از نشاءکاری و در شرایط آبیاری اشباع مصرف شده است (شکل ۵). در مقابل همواره کمترین شدت آلودگی مربوط به کاربرد علف‌کش مزبور پس از نشاءکاری و در سیستم آبیاری غرقاب حاصل شد. تیمار BTS دارای کوچکترین GR_{50} یا بیشترین کوتولگی (۳/۲ کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار) بود و حداکثر کوتولگی در این تیمار حدود ۱۰۰ درصد بود. در حالیکه در تیمار ATF بزرگترین GR_{50} و معادل ۷/۹ کیلوگرم در هکتار ماده مؤثره را داشت. حداکثر کوتولگی در این تیمار ۲۵٪ بود. مقادیر GR_{50} تیمارهای BTF و ATS به ترتیب ۷/٤ و ۸/۳ ($kg.ai.ha^{-1}$) بود. مقایسه میزان "گیاه‌سوزی نسبی" تیوبنکارب در چهار حالت متفاوت مدیریت مزرعه نشان می‌دهد که "کوتولگی نسبی" در مدیریت‌های زراعی مختلف BTS، BTF، ATS و ATF به ترتیب ۲/٤ ، ۲/۵، ۲/۳ و ۱ بود. بر اساس مدل‌های برازش شده شدت گیاه‌سوزی تیوبنکارب یا شدت کوتولگی در چهار حالت مصرف علف‌کش در دز توصیه شده علف‌کش ($4\ kg.ai.ha^{-1}$) به ترتیب ٦٦، ١٦، ۸ و ۳ درصد و در دو برابر دز توصیه شده ($8\ kg.ai.ha^{-1}$) برابر ۹٦، ٤٧، ۲۸ و ۱۳ درصد بود. به بیان دیگر بر اساس نتایج این تحقیق با حضور آب، میزان عارضه کوتولگی به شدت کاهش و در غیاب شرایط غرقاب میزان کوتولگی تشدید می‌گردد. بعلاوه مصرف

[1] - BTS= Before Transplanting Saturated
[2] - BTF= Before Transplanting Flooded
[3] - ATS= After Transplanting Saturated
[4] - ATS= After Transplanting Flooded

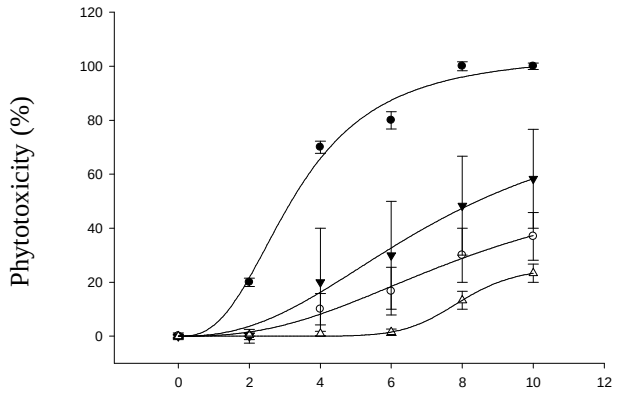
علف‌کش قبل از نشاءکاری نسبت به بعد از نشاءکاری نیز افزایش کوتولگی را سبب گردید. بر اساس مشاهدات، در صورت مصرف علف‌کش بعد از نشاءکاری و در کرت‌های غرقاب کوتولگی در دو برابر دز توصیه شده کمتر از ۱۰ درصد بود. این میزان گیاه‌سوزی معمولاً ترمیم شده و به رشد زایشی و عملکرد دانه منتقل نمی‌شود. بنابراین می‌توان اذعان داشت که علاوه بر دز و زمان مصرف علف‌کش، سطح آب کرت‌های شالیزار در هنگام مصرف علف‌کش نیز می‌تواند تأثیر بسزائی در رفتار علف‌کش و کاهش یا افزایش گیاه‌سوزی تیوبنکارب داشته باشد. این ویژگی (کاهش گیاه‌سوزی تیوبنکارب در تیمارهای غرقاب نسبت به تیمارهای اشباع) می‌تواند در مدیریت عارضه کوتولگی برنج مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

جدول ۵- خلاصه پارامترهای تجزیه رگرسیون حاصل از برآزش تابع دز-پاسخ سیگموئیدی لجستیک بررسی تأثیر علف‌کش تیوبنکارب بر شدت عارضه کوتولگی برنج در سطوح مختلف آبیاری، زمان مصرف و دز علف‌کش (اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد هستند).

Table 5- Summary of the results of regression analysis of fitting sigmoidal logistic dose response model of rice phytotoxicity to herbicide thiobencarb in different time of application, irrigation method and herbicide dosages (Standard errors are shown in parenthesis).

Treatment	Parameters			
	Y0 (se)	GR_{50} (se)	B (se)	Adj R^2
BTS	100 (7.8)	3.3 (0.3)	-2.69 (0.6)	0.96
BTF	66.19 (25.7)	2.23 (0.8)	-2.37 (0.6)	0.98
ATS	89.4 (34.7)	7.6 (2.7)	-2.3 (0.7)	0.98
ATF	24.4 (0.6)	7.9 (0.04)	-12.8 (1.7)	0.98

Y0 is the maximum phytotoxicity, GR_{50} is the herbicide dosage needed for 50% toxicity in that specific treatment and b is the line slope.



شکل ۵- شدت عارضه کوتولگی (گیاه‌سوزی) علف‌کش تیوبنکارب در زمانهای مختلف مصرف (قبل و بعد از نشاءکاری) و روش‌های آبیاری (اشباع و غرقاب). (●) کاربرد علف‌کش قبل از نشاءکاری –آبیاری اشباع، (○) کاربرد علف‌کش قبل از نشاءکاری-آبیاری غرقاب، (▼) کاربرد علف‌کش بعد از نشاءکاری - آبیاری اشباع و (△) کاربرد علف‌کش بعد از نشاءکاری - آبیاری غرقاب.

Figure 5- Thiobencarb phytotoxicity on rice in various times of application, water level and herbicide doses. Pre Transplanting Saturated (PTS ●) pots, Pre Transplanting Flooded (PTF ○) pots, After Transplanting Saturated (ATS ▼) pots and After Transplanting Flooded (ATF △) pots. Lines are the response curves predicted from non-linear logistic regression. Symbols represents mean of three replicates.

طبق آزمایش خاکشناسی، خاک مورد استفاده در این بررسی دارای کمبود عناصر غذائی (روی یا پتاس) نبود (جدول ۱). بعلاوه در تیمار شاهد نیز علائم اختلالات رشدی و هیچیک از علائم عارضه کوتولگی مشاهده نگردید. بنابراین نتایج این آزمایش نیز همانند نتایج آزمایش یک، بیانگر نقش علف‌کش تیوبنکارب در ایجاد عارضه کوتولگی بود. عارضه کوتولگی با علائم ذکر شده در این تحقیق را قبلاً محققین از دو کشور

ژاپن و امریکا گزارش کرده و دلیل آنرا تجزیه این علف‌کش به ترکیبات سمّی‌تر گزارش کرده‌اند . این ترکیبات ۱۵-۱۰ مرتبه اثرات سمّی بیشتری نسبت به تیوبنکارب بر روی برنج نشان داده‌اند (Chen, Ishikawa *et al*., 1977; Tadao, 1979 ;2002).

بر اساس بررسی‌های قبلی جهت مدیریت عارضه کوتولگی مصرف کود "پتاسیم" و " روی" توصیه شده بود. طبق نتایج این تحقیق در صورت مصرف علف‌کش در اراضی غرقاب و بعد از نشاءکاری، عارضه کوتولگی قابل مدیریت بوده و مصرف عناصر غذائی بر اساس آزمایشات خاکشناسی و نه در صورت بروز علائم عارضه کوتولگی توصیه می‌گردد. بعلاوه پیشنهاد می‌شود با توجه به وجود چندین علف‌کش باریک‌برگ‌کش با کارآئی مشابه تیوبنکارب (بوتاکلر، اکسادیارژیل، اگزادیازون و پرتیلاکلر)، در اراضی باتلاقی و دارای سابقه عارضه کوتولگی، این علف‌کش‌ها جایگزین تیوبنکارب گردند.

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.

Boger, P. and Wakabayashi, K. 1995. Peroxidizing herbicides (I): Mechanism of action. Zeitschriftfr Naturforschung. 159-166.

Bollich, P. K., Groth, D. E. and Sanders, D. E. 1996. Influence of thiobencarb, plant residue, and dechlorinating fungus on rice. (Abstract). page 204, Proceedings of Twenty-Six rice technical working group, San Antonio. Texas: Feb. 25-28.

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.

Chesalin, G. A. and Timofeeva, A. A. 1969. Characteristic of action of triallate on some physiological processes in wild oat and millet plants. Khimiya sel. Khoz. 7: 844-846.

Dario, G. J. A. and Gallo, P. B. 1999. Weed control efficiency of the herbicide oxadiargyl in irrigated rice (Oryza sativa L.). Scientia Agricola. 56, 1.

Derrick, M., Oosterhuis, S. D., Wullschleger, R. E. H. and Rosalind, A. B. 1990. Physiological response of rice (Oryza sativa) to Fenoxaprop. 1990. Weed Sci. 38: 459-462.

Dhareesank, A., Kobayashi, K. and Usui, K. 2005. Phytotoxic activity of pethoxamid in soil under different moisture conditions. Weed Biol. & Manag. 5: 197–202.

Dickmann, R., Melgarelo, J., Loubiere, P. and Montagnon, M. 1997. Oxadiargyl: a novel herbicide for rice and sugarcane. In: Proceedings British Crop Protection Conference-Weeds, Brighton. UK: 51–57.

Donald, W. W., Fawcett, R. S. and Harvey, R. G. 1979. EPTC effects on corn (Zea mays) growth and endogenous gibberellins. Weed Sci. 27:122–127.

Gitsopoulos, T. K. and Froud-Williams, R. J. 2004. Effects of oxadiargyl on direct-seeded rice and Echinochloa crus-galli under aerobic and anaerobic conditions. Weed Res. 44: 329–334.

Griffin, J. L. and Baker, J. B. 1990. Tolerance of rice (Oryza sativa) cultivars to fenoxaprop, sethoxydim, and haloxyfop. Weed Sci. 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., Nakamura, Y. and Kuwatsuka, S. 1977. Volatization of benthiocarb herbicide from aqueous solution and soil. J. Pesticide Sci. 2:127-134.

Kamran, R. K., Izadpanah, K. and Ebrahimnesbat, F. 2000. Rice black gall in Fars. Iranian Plant diseases Journal. 36: Pp. 281-295. (In Persian with English Summary).

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 Manag. Sci. 59: 1260–1264.

Kimura, I. N. I. and Matsunaka, S. 1971. Mode of action of a herbicide benthiocarb. Weed Res. Japan. 12: 54-59.

Kudsk, P. and Streibig, J. C. 1993. Formulations and adjuvants. In: Herbicide Bioassays. 99–116. CPC Press, Boca Raton, FL, USA.

Masihi, M. 2007. The registered pesticides of Iran. Amozesh Keshavarzi press. Pp. 276. (In Persian with English summary).

Mohamad Sharifi, M., Mjidi, F., Shahdi, A., Nahvi, M., Alinia, M. and Zargarpour, M. H. 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).

Monaco, T. J., Weller, S. C. and Ashton, F. M. 2002. Weed Science, Principle and practices. Fourth Edition. John Wiley and Sons, INC. Pp. 685.

Moon, Y. H. and Kuwastuka, S. 1984. Properties and conditions of soils causing the dechlorination of the herbicide benthiocarb (thiobencarb) in flooded soils. J. Pesticide Sci. 9:745-754.

Padasht, F. 1996. Iranian 6Th Annual rice meeting. Esfehan agriculture education centre. p.25. (In Persian with English summary).

Pantone, D. J. and Baker, J. B. 1992. Varietal tolerance of rice (Oryza sativa) to bromoxynil and triclopyr at different growth stages. Weed Technol. 6: 969–974.

Regitano, J. B., Prata F., Rocha, W. S. D., Tornisielo, V.L. and Lavorenti, A. 2002. Imazaquin mobility in tropical soils in relation to soil moisture and rainfall timing. Weed Res. 42: 271–279.

Richard, E. P. Jr. and Street, J. E. 1984. Herbicide performance in rice (Oryza sativa) under three flooding conditions. Weed Sci. 32: 157–162.

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).

Smith, W. C. and Dilday, R. H. 2003. Rice: Origin, History, Technology and Production. 2003. P. 658.

Tadao, Y., Hideo, C., Yutaka, K. and Takeichi, Y. 1979. Mechanism of dwarfing of rice plant in paddy field sprayed with benthiocarb herbicide: 2: Determination of benthiocarb and dechlorinated benthiocarb in Soil and Water. J. Weed Sci & Technol. 24: 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. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 73: 448–456.

Tjeerdema, R. S. and Crosby, D. G. 2000. The microbial degradation of pesticide important to riceculture-2000. http://www.syix.com/rrb/00rpt/Microbial.htm.

Yaghoubi, B., Alizadeh, H., Rahimian, H., Baghestani, M.A., Sharifi, M.M. and Davatgar, N. 2010. A review on weed research conducted in paddy fields of Iran. 3th Iranian weed science congress. Babolsar, Mazandran. 1: 2-15.

Youshi, T. and Koyama, Y. 1979. Actual condition of paddy fields shown the dwarfish symptoms of rice plants, caused by benthiocarb applications. J. Weed sci. & Technol. 24: 247-253.

Yutaka, K., Yoshio, T. and Yamada, T. 1979. Mechanism of dwarfing of rice plant in paddy field sprayed with benthiocarb herbicide: 1. Occurrence of dwarfing of rice plant by Benthiocarb herbicide and its effects on growth and yield. J. Weed Sci & Technol. 24: 264-271.

Zhang, W. E., Webster, P. D., Blouin, C. and Linscombe, S. D. 2004. Differential tolerance of rice (Oryza sativa) varieties to clomazone. Weed Technol. 18: 73–76.

Zimdahl, R. L. 2007. Fundamentals of Weed Science. Elsevier Inc. Pp. 689.

سپاسگزاری

این تحقیق با مساعدت مالی پردیس کشاورزی دانشگاه تهران (کرج) و مؤسسه تحقیقات برنج کشور انجام شد. بدینوسیله از همکاری آنها قدردانی می‌گردد.

Comparison of Some Herbicides on Causing the Dwarfness on Rice

Bijan Yaghoubi[1], Hassan Alizadeh[2], Hamid Rahimian[2], Mohammad Ali Baghestani[3], Naser Davatgar[4]

Ph.D student of Weed Science. Tehran University, 2-Tehran University 3-Plant protection Institute of Iran 1&4- Rice Research Institute of Iran

Abstract

In order to investigate the effect of most common paddy selective herbicides on causing growth disorder called dwarfism two experiments were laid out in 2007 in Rice Research Institute of Iran, Rasht. The dose response study was carried out by herbicides thiobencarb "TB", butachlor and oxadiargil and Hashemi rice cultivar in Petri dishes containing agar and Youshida growth medium. Visual evaluation of herbicides toxicity on seedlings showed that TB caused specific growth irregularity including dark greenish leaves, dwarf stature of seedlings, short thick leaves and brown color roots that are known as symptoms of dwarfism. Regression analysis of rice seedlings height, root length and fresh weight by fitting sigmoidal logistic dose response equations showed that the inhibitory effect of thiobencarb on rice growth was significantly more than two other herbicides ($P<0.001$) as shown by model parameters. The dosage needed for 50% reduction in height (GR_{50}) of rice seedlings was 40 times lesser for TB compared with two other herbicides. The second experiment was arranged in order to evaluate the accuracy the results of first study, as dwarfism symptoms were only observed in Petri dishes treated with TB. The study was carried out in pots containing paddy soils with the precedence of severe dwarfism. Treatments included time of TB application (before and after transplanting), pots water level (saturated and flooded) and dosages (in 6 levels 0, 2, 4, 6, 8 & 10 $kg.ai.ha^{-1}$) in a split split plot design with factorial arrangement of treatments in 3 replications. Also two other herbicides were included as control. Toxicity of herbicides were evaluated visually based on 0-100 where 0 indicates no effect, and 100 was complete plant death. Results of this experiment also confirmed the results of previous one and symptoms of dwarfism were observed only in pots treated with TB. Data analysis showed that toxicity of TB was affected by dosage, time of application and water level significantly ($P<0.0001$). According to these results applying the TB in saturated soils was three times more toxic for transplanted rice compared with flooded pots, and there was a direct significant ($P<0.001$) sigmoidal relation ($r^2>95\%$) between dosages and toxicity of TB. Spraying TB after transplanting compared with before transplanting decreased dwarfness intensity significantly. Based on the results of this study for management of TB toxicity in paddy rice it is needed the herbicide to be applied in flooded soils, and after transplanting in minimum recommended doses.

Key Words: Herbicide, Thiobencarb, phytotoxicity, morphological disorder, dwarfism