

بررسی رابطه بین مقاومت به علفکش و تحمل به یخزدگی در بیوتیپ های علف هرز یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* L.)

- ابراهیم ایزدی دربندی، استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (نویسنده مسئول)
- احمد نظامی، استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
- عباس عباسیان، دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
- مجید حیدری، کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علفهای هرز گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: فروردین ماه ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: بهمن ماه ۱۳۹۱

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۵۳۲۱۶۲۳۷

پست الکترونیک نویسنده مسئول: e-izadi@um.ac.ir

چکیده:

به منظور ارزیابی واکنش هفت بیوتیپ یولاف وحشی مقاوم و دو توده حساس به علفکش های بازدارنده استیل کو آنزیم آکریوکسیلاز (ACCase) به تنش یخ زدگی آزمایشی در سال ۱۳۸۸ در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. در این آزمایش بیوتیپ های یولاف وحشی در معرض هفت دمای یخ زدگی (۳-، ۶-، ۹-، ۱۲-، ۱۵-، ۱۸- و ۲۱- درجه سانتی گراد) قرار گرفتند. گیاهان تا مرحله ۳-۴ برگی در شرایط طبیعی در داخل گلدان رشد یافته و با سرما خو گرفتند و سپس برای اعمال دماهای آزمایش به فریزر ترموگرادیان منتقل شدند. درصد بقاء بیوتیپ های یولاف وحشی با شمارش تعداد بوته زنده در هر گلدان مورد ارزیابی قرار گرفت، سپس دمای کشنده برای ۵۰ درصد بقاء (LT_{50su}) و دمای ۵۰ درصد تلفات وزن خشک ($RDMT_{50}$) بیوتیپ ها در پایان دوره بازیافت (سه هفته بعد از اعمال تیمار یخ زدگی) تعیین شد. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که اثرات دمای یخ زدگی و بیوتیپ بر درصد بقاء و LT_{50su} در بیوتیپ های مورد بررسی کاملاً معنی دار ($P \leq 0.01$) بود. کاهش دما به کمتر از ۱۲- درجه سانتی گراد سبب مرگ کلیه بیوتیپ های مورد بررسی شد. در بین بیوتیپ های مورد بررسی، بیوتیپ حساس مشهد بیشترین و بیوتیپ حساس خوزستان کمترین تحمل به سرما را از نظر میزان LT_{50su} و $RDMT_{50}$ نشان دادند. این آزمایش نشان داد که مقاومت به علفکش در علف های هرز می تواند منجر به تغییر سایر خصوصیات آنها از جمله تحمل به سرما شود، بطوریکه بر اساس نتایج حاصل از LT_{50su} ، بیوتیپ های مقاوم به علفکش یولاف وحشی خوزستان در مقایسه با بیوتیپ های حساس خوزستان از نظر درصد بقاء اختلاف معنی داری داشتند و بیوتیپ های مقاوم به علفکش نسبت به بیوتیپ های حساس خوزستان از درصد بقاء بیشتری برخوردار بودند که نشانگر تحمل بیشتر این بیوتیپ ها نسبت به تنش سرما بود.

کلمات کلیدی: بازیافت، بقاء، دمای کشنده برای ۵۰ درصد بقاء، دمای ۵۰ درصد تلفات وزن خشک

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:104 pp: 127-133

Investigation the relationship between herbicide resistance in wild oat biotypes (*Avena ludoviciana* L.) and their freezing tolerance

By:

- E. Izadi-Darbandi, (Corresponding Author; Tel: 09153216237), Associate Professor of Ferdowsi University of Mashhad
- A. Nezami, professor of Ferdowsi University of Mashhad
- A. Abbasian, Ph.D. student of Ferdowsi University of Mashhad
- M. Heydari, M.Sc. of Ferdowsi University of Mashhad

Received: March 2012

Accepted: February 2013

In order to the fitness of five resistant and two susceptible wild oat biotypes to Acetyl coenzyme A carboxylase herbicide to freezing stress, an experiment was performed in factorial arrangement, based on completely randomized design with three replications at Ferdowsi University of Mashhad, Faculty of Agriculture in 2009. In this experiment wild oat biotypes exposed to seven freezing temperatures (-3, -6, -9, -12, -15, -18 and -21° C). Potted plants were grown in natural conditions and maintained for acclimation, until 3-4 leaf stage and then, the plants were frozen according to the freezing temperature (FT) regimes, plant survival percentage, determined by counting survived plant, lethal temperature for 50 percent of the plants (LT_{50su}) was determined based on of survival percentage and reduce dry matter temperature 50 percent ($RDMT_{50}$) after the end of recovery (three weeks after the freezing). The results showed that the effects of frost temperatures were significant ($P \leq 0.01$) on wild oat biotypes survival percentage and LT_{50su} and wild oat biotypes were significantly ($P \leq 0.01$) different on survival percentage and LT_{50su} parameters. Reducing the temperature less than -12°C killed all of wild oat biotypes. Among wild oat genotypes, Mashhad sensitive herbicide and Khuzestan sensitive herbicide showed the highest and the lowest tolerance to freezing temperatures respectively based on LT_{50su} and ($RDMT_{50}$). The experiment showed that herbicide resistance in weeds can lead to change their biological characteristics such as freezing tolerance. Based on the results of LT_{50su} parameter, wild oat resistant biotypes to freezing tolerance more than wild oat sensitive herbicide biotypes.

key Words: LT_{50su} , $RDMT_{50}$, Recovery, Survival

مقدمه

یولاف وحشی از مهمترین علف های هرز غلات پاییزه است (Cousens, et al., 1991)، که کنترل آن، از مهمترین چالش های موجود در مدیریت زراعی گندم است. در این ارتباط استفاده از علف کش ها مهمترین روش مبارزه با این علف هرز است، که به دلیل تاثیر سریع و مقرون به صرفه بودن از استقبال بیشتری نسبت به سایر روش های کنترل برخوردار است. با وجود این، بروز مقاومت به علف کش ها که از پیامدهای کاربرد بی رویه این آفت کش ها است از مهمترین مشکلات پیش روی علم علف های هرز است (زند و باغستانی، ۱۳۸۱). هر چند پیامد مستقیم و منفی این پدیده، عدم کنترل علف هرز در اثر استعمال علف کش می باشد، اما این احتمال هم وجود دارد که سایر ویژگی های زیستی علف هرز مقاوم به علف کش، تحت تاثیر قرار گیرد، که به این خصوصیات زیستی شایستگی نسبی^۱ آن گونه اطلاق می شود. منظور از شایستگی، توانایی استقرار، بقا، رقابت و تکثیر موفقیت آمیز علف های هرز در شرایط مختلف است که در برنامه ریزی مدیریت بیوتیپ های مقاوم علف های هرز مهم و تاثیرگذار است (زند و باغستانی، ۱۳۸۱) و در صورت حذف فشار انتخاب، از مهمترین عوامل تاثیر گذار بر تغییرات جمعیتی توده های حساس و مقاوم است. شایستگی یکی از مهمترین عوامل تاثیر گذار در ایجاد، تکامل و تداوم

حضور بیوتیپ های علف های هرز مقاوم است (زند و همکاران، ۱۳۸۷؛ Gressel and Segel, 1990). تحت شرایط انتخاب طبیعی، بیوتیپ های علف های هرزی که دارای بیشترین شایستگی هستند تولید افراد بیشتری می کنند و به مخزن ژنی مسلط می شوند. بنابراین، تفاوت شایستگی بیوتیپ های مقاوم و حساس ممکن است ناشی از تفاوت باروری، توانایی رقابتی و پاسخ به عوامل محیطی از قبیل سرما و خشکی باشد (طهماسبی، ۱۳۸۹). بطور کلی سرنوشت تکامل ژن مقاومت به علف کش در علف های هرز، به مقدار زیادی به دو خصوصیت سودمندی مقاومت ایجاد شده و اثر منفی چند گانه ژن بر شایستگی، بستگی دارد. اگر هزینه شایستگی ژن مقاومت زیاد باشد، آنگاه در غیاب عامل گزینش (علف کش)، داشتن ژن مقاومت در مقایسه با آلل های نوع وحشی یک نقص محسوب خواهد شد. از اینرو آگاهی از خصوصیات بیولوژیکی توده های علف هرز مقاوم و حساس به علف کش و همچنین شناخت مکانیزم هایی که سبب ایجاد مقاومت شده اند، ممکن است در مدیریت آنها مفید باشند. اعتقاد بر این است که تفاوت در شایستگی علف های هرز مقاوم و حساس به علف کش، امکان پیش بینی روند تکامل مقاومت به علف کش و طراحی راهبردهای مدیریتی به منظور بهره برداری از صفاتی که منجر به کاهش نمود اکولوژیکی توده های مقاوم می شود، را فراهم می نماید (طهماسبی، ۱۳۸۹).

(جدول ۱) و هفت دمای یخ زدگی (۳-، ۶-، ۹-، ۱۲-، ۱۵-، ۱۸- و ۲۱- درجه سانتی گراد) بودند. پس از تهیه بذور بیوتیپ های مذکور برای حذف خواب بذر و جوانه دار کردن آنها، بذور آنها را پس از پوست کنی با استفاده از محلول هیپوکلریت سدیم ۳ درصد، ضد عفونی و در پتری دیش های ۱۰ سانتی متری به مدت ۴ روز در دمای ۵ درجه سانتی گراد و به مدت یک هفته در معرض تیمار پیش سرمادهی قرار گرفتند (راستگو، ۱۳۸۵). پس از جوانه دار شدن، بذور جوانه زده را در گلدان هایی پلاستیکی با قطر ۱۰ سانتی متر کشت و برای تطابق با سرما تا مرحله ۳ تا ۴ برگ در شرایط طبیعی نگهداری شدند و برای اعمال تیمارهای یخ زدگی، با استفاده از فریزر ترموگرادیان، در معرض دماهای یخ زدگی قرار گرفتند. یاد آوری می شود شناسایی بوته های یولاف وحشی در حد گونه در بخش هرباریوم پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد.

دمای فریزر در شروع آزمایش ۵ درجه سانتی گراد بود و پس از آن با سرعت ۲ درجه سانتی گراد در ساعت کاهش یافت تا به دمای مورد نظر در تیمارهای آزمایش رسید. پس از رسیدن به دمای مورد نظر، نمونه ها به مدت یک ساعت در این دما نگهداری و سپس از فریزر خارج شده و به منظور کاهش سرعت ذوب، گیاهان به محیطی با دمای ۴ درجه سانتی گراد منتقل و به مدت ۲۴ ساعت در آنجا نگهداری شدند. به منظور ایجاد هستک یخ در گیاهچه ها، در دمای ۳- درجه سانتی گراد محلول حاوی هستک یخ، بر روی گیاهان به نحوی پاشیده شد که سطح گیاهان را قشر نازکی از این محلول پوشاند (نظامی، ۱۳۸۱).

برای تعیین درصد بقاء، بازیافت و رشد مجدد، پس از انتقال گیاهان تیمار شده به شاسی سرد پس از ۳ هفته درصد بقاء و بازیافت آنها مورد ارزیابی قرار گرفت و برای تعیین درصد بقاء گیاهان از معادله ۱ استفاده شد. برای تعیین بازیافت و رشد مجدد گیاهان، وزن خشک آنها اندازه گیری و ثبت شدند. درجه حرارت کشنده برای ۵۰ درصد نمونه ها (LT_{50su}) و نیز دمایی که منجر به ۵۰ درصد بازدارندگی رشد ($RDMT_{50}$) گیاهان می شود با استفاده از رسم نمودار درصد بقاء و وزن خشک نمونه ها در مقابل دماهای یخ زدگی تعیین شد.

تجزیه آماری داده ها با استفاده از نرم افزارهای SAS 9.1 انجام شد. برای رسم نمودارها و برای تعیین LT_{50su} و $RDMT_{50}$ از نرم افزارهای Curve Expert 1.3 و EXCEL استفاده شد. میانگین داده ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد مقایسه شدند.

در این ارتباط تنش های محیطی از مهمترین عواملی هستند که ممکن است شایستگی بیوتیپ های مقاوم و حساس به علف کش های هرز در پاسخ به آنها متفاوت باشند و از آنجایی که توان رقابتی گونه های رقیب تحت تاثیر مستقیم عوامل اقلیمی و تنش های مربوطه است، ارزیابی تحمل نسبی بیوتیپ های حساس و مقاوم علف هرز به تنش ها، می تواند به عنوان شاخصی مهم در این ارتباط مد نظر قرار گیرد (طهماسبی، ۱۳۸۹). تنش سرما و یخ زدگی از مهمترین پدیده های طبیعی موجود است که در گیاهان زراعی پاییزه ای مانند گندم و علف های هرز پاییزه یک ساله ای مثل یولاف وحشی می تواند به عنوان شاخصی در ارزیابی شایستگی بیوتیپ های مقاوم و حساس به علف کش در علف های هرز و گیاهان زراعی باشد و با توجه به اینکه تحمل به تنش های محیطی از جمله سرما و یخ زدگی در استقرار و توان رقابتی گونه های رقیب موثر است. از اینرو مطالعه شایستگی گونه های رقیب در پاسخ به آنها در پیش بینی توان رقابتی آنها و تلفات عملکرد محصولات زراعی مفید است.

اگر چه در ارتباط با تحمل به یخ زدگی گیاهان زراعی مطالعات زیادی انجام شده است و نتایج اغلب آنها نیز دلالت بر کارایی مطلوب شاخص بقاء در ارزیابی تحمل به یخ زدگی گیاهان می باشد. اما در گونه های هرز و وحشی و بخصوص در ارتباط با رابطه تحمل به یخ زدگی و مقاومت به علف کش در علف های هرز، اطلاعاتی موجود نیست.

با توجه به اینکه بر اساس بررسی های انجام شده در کشور، مقاومت یولاف وحشی به علف کش های بازدارنده آریل اکس فنوکسی پروپیونات در کشور محرز شده است (راستگو، ۱۳۸۵)، این بررسی به منظور ارزیابی شایستگی نسبی بیوتیپ های مقاوم و حساس یولاف وحشی به تنش یخ زدگی با استفاده از آزمون بقاء انجام شد.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۸ در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به منظور بررسی واکنش بیوتیپ های مقاوم و حساس یولاف وحشی به علف کش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. عوامل مورد بررسی در این آزمایش، شامل بیوتیپ های یولاف وحشی (پنج بیوتیپ مقاوم به علف کش های کلودینافوپ پروپارژیل (تاپیک) و دیکلوفوپ متیل (ایلوکسان) که دارای بالاترین مقاومت عرضی بودند (راستگو، ۱۳۸۵) و دو بیوتیپ حساس به علف کش های مذکور (مشهد و خوزستان)

معادله ۱ $[\times 100] = \frac{(\text{تعداد گیاهان قبل از تیمار یخ زدگی})}{(\text{تعداد گیاهان زنده سه هفته پس از تیمار یخ زدگی})} \times 100 = \text{درصد بقاء}$

جدول ۱- علائم اختصاری و مکان جمع آوری بیوتیپ های یولاف وحشی مقاوم و حساس به علف کش های پروپارژیل (تاپیک) و دیکلوفوپ متیل (ایلوکسان)		
بیوتیپ	حساس و مقاوم بودن به علف کش های ACCase	منطقه جمع آوری شده بذر
SM	حساس مشهد	مشهد
SKh	حساس خوزستان	خوزستان
DR4	مقاوم	خوزستان (دزفول)
NR11	مقاوم	خوزستان (اندیمشک)
SOR1	مقاوم	خوزستان (شوش)
STR1	مقاوم	خوزستان (شوشتر)
ZR5	مقاوم	خوزستان (رامهرمز)

نتایج و بحث

درصد بقاء و دمای کشندگی ۵۰ درصد گیاهان (LT_{50su})

نتایج حاصل از آنالیز داده ها نشان داد که دماهای یخ زدگی بر بقاء یولاف وحشی سه هفته پس از اعمال تیمار یخ زدگی تاثیر کاملا معنی داری ($P \leq 0.01$) داشتند و بیوتیپ های یولاف وحشی اختلاف معنی داری از نظر درصد بقاء با هم داشتند (جدول ۲). بر اساس نتایج حاصل، با کاهش دما، بقاء بیوتیپ های یولاف وحشی کاهش معنی داری یافت (شکل ۸).

بطور کلی در ارتباط با شایستگی و واکنش علفهای هرز به تنش های محیطی بویژه تنش یخ زدگی مطالعات بسیار محدودی انجام شده است. حال اینکه در گیاهان مشابه از جمله گندم و جو که یولاف وحشی در آنها به عنوان علف هرز اصلی محسوب می شود (راستگو، ۱۳۸۵، زند و باغستانی، ۱۳۸۱ و زند و همکاران، ۱۳۸۷) مطالعات متعددی انجام شده است (عزیزی، ۱۳۸۴؛ Gusta and Fowler, 1977؛ Yoshida, et al., 1998؛ Fowler, et al., 1996). در آزمایش عزیزی و همکاران (۱۳۸۴) مشاهده شد که اثر تیمارهای دمایی بر درصد بقاء گندم معنی دار بود، به طوری که با کاهش دما درصد بقاء گندم بطور معنی داری کاهش یافت. بر اساس گزارش نامبردگان، بیشترین درصد بقاء گندم در تیمار شاهد (صفر درجه سانتی گراد) (۹۹/۵ درصد) و کمترین درصد بقاء آن در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد (صفر درصد) مشاهده شد. در آزمایش دیگری که توسط Rife and Zeinali (۲۰۰۳) بر روی سه رقم کلزا انجام شد، مشاهده شد که درصد بقاء گیاه در دماهای ۶-، ۸-، ۱۰- و ۱۲- درجه سانتی گراد، به ترتیب ۶۴، ۲۷، ۹ و ۷ درصد بود. اعتقاد بر این است، زمانی که گیاهان زمستانه در معرض دماهای بالای صفر و زیر ۱۰ درجه سانتی گراد قرار می گیرند، قادر به خوسرمایی هستند (Gusta and Fowler, 1997). همچنین مشخص شده است که غلات زمستانه از طریق برخی مکانیسم های فیزیولوژیکی و

بیوشیمیایی قادرند تا در دماهای پائین (۱۵- تا ۲۰- درجه سانتی گراد) تا حد بسیار زیادی بقاء خود را حفظ کنند. از جمله این مکانیسم ها تغییر در متابولیسم چربی و فسفو لیپیدها، افزایش اسیدهای چرب غیر اشباع و افزایش قندها می باشد (Yoshida, et al., 1998)، که نقش این مواد تنظیم فرایند تحمل به یخ زدگی در گیاهان و پایداری و حفاظت غشاهای سلولی است (Murata and Los, 1997).

بین بیوتیپ های یولاف وحشی از نظر LT_{50su} نیز اختلاف کاملا معنی داری ($P \leq 0.01$) وجود داشت (جدول ۳)، بطوریکه بیوتیپ حساس مشهد (SM) کمترین (۱۱/۴۴- درجه سانتی گراد) و بیوتیپ ZR5 بیشترین (LT_{50su} ۹/۵۳- درجه سانتی گراد) را داشتند (شکل ۱). در این ارتباط، بر اساس نتایج مطالعات (Cardona, et al (۱۹۹۷) و که به منظور بررسی تحمل بیوتیپ های پاسپالوم (*Paspalum vaginatum* Swarts) به یخ زدگی انجام شد، مشاهده شد که بیوتیپ های پاسپالوم اختلاف معنی داری از نظر LT_{50su} داشتند. بر اساس گزارش نامبردگان، بیوتیپ Midiron با $LT_{50su} = -12^{\circ}C$ و PI 299042 با $LT_{50su} = -8^{\circ}C$ بترتیب مقاوم ترین و حساس ترین بیوتیپ های پاسپالوم به سرما شناخته شدند.

جدول ۲- منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات (MS)

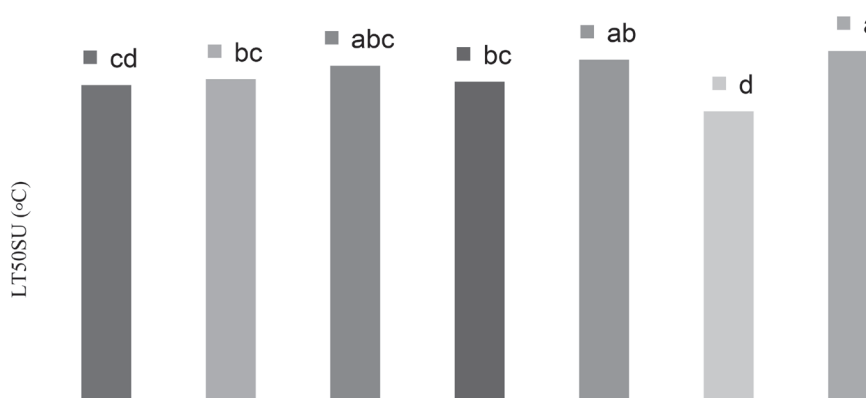
درصد بقاء	درجه آزادی	منابع تغییر
۴۹۶۲۴/۶۸**	۶	دما
۸۱۳/۳۲**	۶	بیوتیپ
۳۰۵/۶۹**	۳۶	دما × بیوتیپ
۸۹/۹۹	۹۸	خطا

* معنی داری در سطح ۱ درصد

جدول ۳- منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات دمای کاهنده ۵۰ درصد بقاء و وزن خشک گیاهان یولاف وحشی

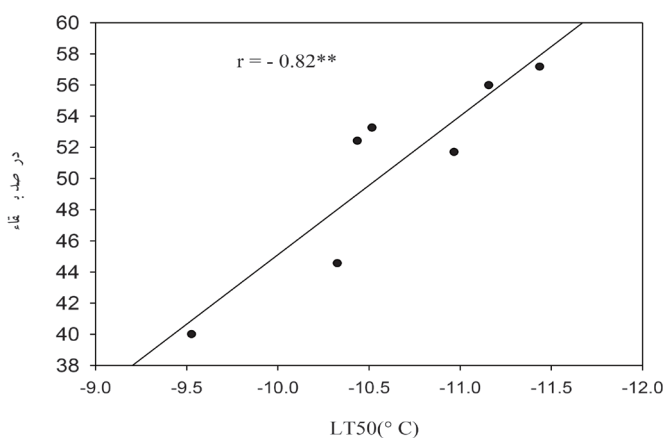
منابع تغییر	درجه آزادی	LT_{50su}	RDMT ₅₀
بیوتیپ	۶	۱/۱۹**	۷/۳۵ *
خطا	۱۴	۰/۲۶	۲/۸۶

** معنی داری در سطح ۱ درصد، * معنی دار در سطح ۵ درصد

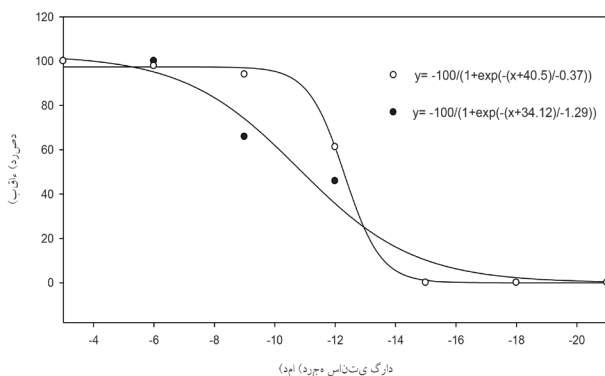


بیوتیپ های یولاف وحشی

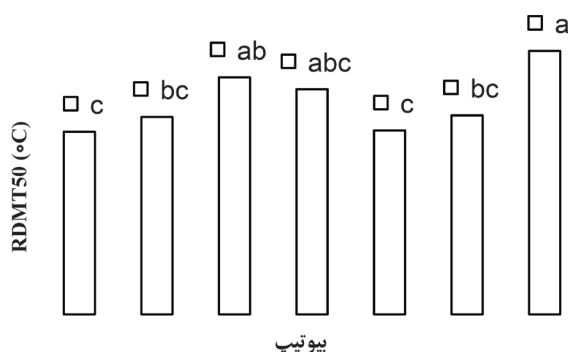
شکل ۱- دمای کاهنده ۵۰ درصد بقاء (LT_{50su}) بیوتیپ های یولاف وحشی



شکل ۲- رابطه بین درصد بقا با دمای کاهنده ۵۰ درصد بقا (LT_{50su}) بیوتیپ های یولاف وحشی (هر نقطه میانگین ۲۱ داده می باشد).



شکل ۳- درصد بقا بیوتیپ یولاف وحشی حساس به علف کش خوزستان (○) و متوسط درصد بقای بیوتیپ های مقاوم به علف کش خوزستان (●).

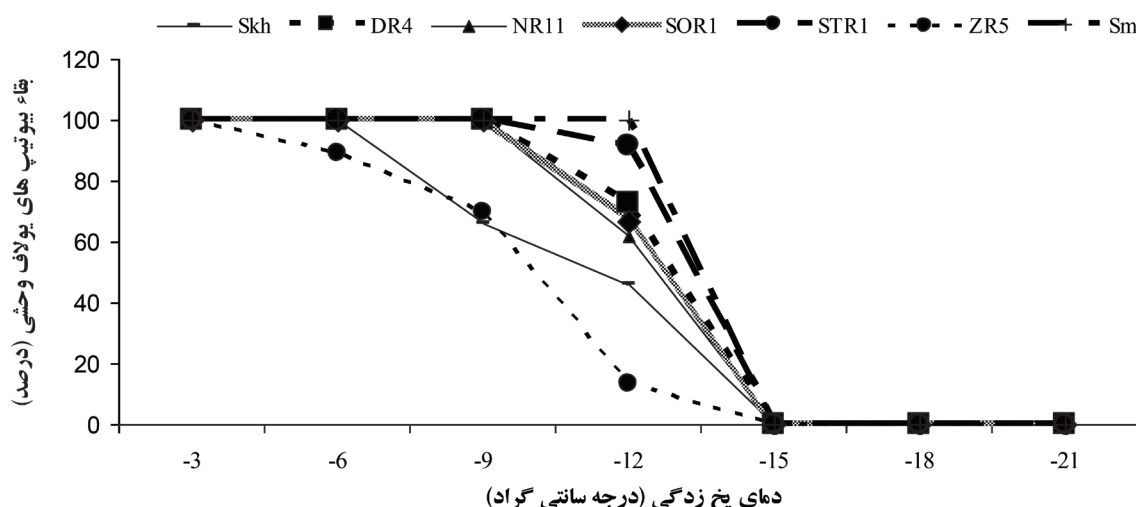


شکل ۴- دمای کاهنده ۵۰ درصد وزن خشک ($RDMT_{50}$) بیوتیپ های یولاف وحشی

در بررسی همبستگی بین درصد بقا و دمای کشنده ۵۰ درصد گیاهان (LT_{50su}) یولاف وحشی نیز، مشاهده شد که با کاهش درصد بقا، LT_{50su} افزایش یافت (شکل ۲). ضریب همبستگی درصد بقا و LT_{50su} در این آزمایش $R = -0.82$ بود. لذا به نظر می رسد که علاوه بر شاخص درصد بقا، از شاخص LT_{50su} (بر اساس درصد بقا) نیز می توان برای ارزیابی میزان خسارت سرما در بیوتیپ های یولاف وحشی استفاده کرد. بطوریکه تغییرات در درصد بقا را می توان با توجه به ارتباط آن با شاخص LT_{50su} مورد ارزیابی و پیش بینی قرار داد. در این ارتباط در بررسی Bridger, et al (۱۹۹۶) نیز که به منظور بررسی بقای زمستانه برخی از غلات در مزرعه انجام شد، مشخص شد که بین شاخص بقا در مزرعه و LT_{50su} بقا حاصل از گیاهان قرار گرفته در معرض دماهای یخ زدگی در شرایط کنترل شده، همبستگی قوی وجود دارد. با گروه بندی بیوتیپ های مورد مطالعه به دو گروه حساس خوزستان و مقاوم به علف کش خوزستان، (شکل ۵)، مشخص شد که با وجود شباهت کلی در واکنش بقای بیوتیپ های حساس و مقاوم به علف کش های خوزستان در شرایط تنش یخ زدگی، مشاهده شد که درصد بقای تمامی بیوتیپ های مقاوم تا دمای ۱۲- درجه سانتی گراد، تحت تاثیر تنش یخ زدگی قرار نگرفت، در حالی که درصد بقا بیوتیپ های حساس از دمای ۶- به بعد کاهش معنی داری یافت (شکل ۳).

دمای کاهنده ۵۰ درصد وزن خشک گیاهان ($RDMT_{50}$)

نتایج نشان دادند که بیوتیپ های یولاف وحشی از نظر $RDMT_{50}$ اختلاف معنی داری ($P \leq 0.05$) داشتند (جدول ۳ و شکل ۴). کم ترین و بیشترین مقدار $RDMT_{50}$ به ترتیب در بیوتیپ Skh (۹/۵- درجه سانتی گراد) و بیوتیپ SM (۱۳/۷- درجه سانتی گراد) مشاهده شد. در بررسی نظامی (۱۳۸۱) بر روی تحمل به سرمای نخود در شرایط کنترل شده مشاهده شد که در ژنوتیپ های متحمل به سرما، شاخص $RDMT_{50}$ دو درجه سانتی گراد کمتر از ژنوتیپ حساس به سرما بود. با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش، نیز $RDMT_{50}$ بیوتیپ حساس به علف کش مشهد (SM) اختلاف معنی داری با بیوتیپ حساس به علف کش خوزستان (Skh) داشت (شکل ۶). این مسئله می تواند به دلیل سازگاری بیوتیپ حساس به علف کش مشهد (SM) با شرایط آب و هوایی مشهد باشد. در دو بیوتیپ مقاوم به علف کش خوزستان ($NR11$, $SOR1$) نیز با توجه به عدم تفاوت معنی دار از نظر $RDMT_{50}$ با بیوتیپ حساس به علف کش مشهد، می توان اظهار داشت که این بیوتیپ ها با داشتن خصوصیات سازگار کننده توانسته اند رشد مجدد نسبتاً خوبی در شرایط آزمایش داشته باشند. اما بیوتیپ های $DR4$, $ZR5$, $STR1$ توانایی خوبی در رشد مجدد پس از یخ زدگی نداشته و از نظر دمای کاهنده ۵۰ درصد وزن خشک گیاه مشابه بودند. در بررسی اثرات متقابل بیوتیپ و دما بر درصد بقا یولاف وحشی مشاهده شد که تاثیر دماهای یخ زدگی بر بقای یولاف وحشی در بیوتیپ های مورد مطالعه متفاوت و معنی دار ($P \leq 0.01$) بود (جدول ۲). با توجه به نتایج آزمایش، مشاهده شد که با کاهش دمای یخ زدگی از درصد بقا همه بیوتیپ های یولاف وحشی کاسته شد. اما در بیوتیپ حساس مشهد و ژنوتیپ های مقاوم به علف کش تا دمای ۱۲- درجه سانتی گراد، بقای یولاف وحشی تحت تاثیر قرار نگرفت. حال اینکه در بیوتیپ های حساس و مقاوم به علف کش $ZR5$ خوزستان، با کاهش دما، از ۶- درجه سانتی گراد، بقای آنها کاهش یافت و در دمای ۱۵- درجه سانتی گراد بقای همه بیوتیپ های یولاف وحشی صفر شد (شکل ۵).



شکل ۵- اثر دماهای یخ زدگی بر بقاء بیوتیپ های یولاف وحشی (LSD= 38/4)

به اینکه مقاومت به علف کش، منجر به افزایش تحمل به سرمای بیوتیپ های یولاف وحشی شده است، به نظر می رسد با توجه به نحوه عمل علف کش های تاپیک و ایلوکسان که بازدارندگان سنتز اسیدهای چرب هستند، مقاومت به علف کش از طریق تغییر در ژن های مسئول سنتز اسیدهای چرب و تحمل بیشتر غشای سلولی بیوتیپ های مقاوم به سرما و یخ زدگی منجر به این پدیده شده باشد که نیاز به بررسی و مطالعات دقیق مولکولی می باشد. با این حال با توجه به عوامل مختلف دخیل در خصوص رابطه بین مقاومت به علف کش و تحمل به سرمای یولاف وحشی مطالعات تکمیلی در شرایط آزمایشگاه و مزرعه پیشنهاد می شود.

پاورقی ها

1- Fitness

منابع مورد استفاده

۱. راستگو م. (۱۳۸۵). پی جویی یولاف وحشی مقاوم به علف کشتهای آریلوکسی فنوکسی پروپیونات در مزارع گندم استان خوزستان. پایان نامه دکتري زراعت (علف های هرز). دانشگاه فردوسی مشهد.
۲. زند ا. و باغستانی م. ع. (۱۳۸۱). مقاومت علف های هرز به علف کشتهای. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۳. زند ا.، موسوی س. ک. و حیدری ا. (۱۳۸۷). علف کش ها و روش های کاربرد آنها با رویکرد بهینه سازی و کاهش مصرف، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۴. طهماسبی ا. (۱۳۸۹). شایستگی نسبی یولاف وحشی مقاوم به علف کشتهای آریلوکسی فنوکسی پروپیونات در مزارع گندم استان خوزستان. پایان نامه دکتري زراعت (علف های هرز). دانشگاه فردوسی مشهد.
۵. عزیزی ه. (۱۳۸۴). ارزیابی تحمل به سرما در گندم تحت شرایط مزرعه و کنترل شده. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
۶. نظامی ا. (۱۳۸۱). ارزیابی تحمل به سرما در نخود (*Cicer arietinum* L.) به منظور کشت پاییزه آن در مناطق مرتفع. پایان نامه دوره دکتري رشته زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی

بطور کلی، نتایج این آزمایش نشان داد که در همه بیوتیپ های یولاف وحشی با کاهش دما درصد بقای آنها کاهش یافت و در بین بیوتیپ های مورد بررسی بیوتیپ حساس به علف کش خوزستان و مشهد به ترتیب کمترین و بیشترین تحمل به سرما را از نظر میزان درصد بقاء و LT_{50su} و $RDMT_{50}$ داشتند. این بررسی نشان داد در گیاهان مهاجمی از جمله یولاف وحشی، استفاده از آزمون بقاء به عنوان روشی نسبتاً مناسب در ارزیابی و شناخت بیوتیپ های متحمل به سرما و یخ زدگی می تواند مورد استفاده قرار گیرد. از سوی دیگر مقاومت به علف کش در علف های هرز احتمالاً با تغییر بعضی دیگر از خصوصیات آنها از جمله تحمل به سرما در ارتباط است. بطوریکه بر اساس نتایج حاصل از LT_{50su} ، بیوتیپ های مقاوم به علف کش یولاف وحشی در مقایسه با بیوتیپ های حساس به علف کش خوزستان، تحمل به یخ زدگی بیشتری داشتند. تغییر در صفات بیولوژیکی و فیزیولوژیکی علف های هرز مقاوم به علف کش ها که از آن به شایستگی اطلاق می شود، از پدیده هایی است که می تواند در مدیریت آنها موثر باشد (زند و باغستانی، ۱۳۸۱). هر چند مطالعاتی در ارتباط با رابطه بین مقاومت به علف کش و تحمل به سرما و یخ زدگی انجام نشده است، اما بررسیهای انجام شده در مورد رابطه بین بروز مقاومت به علف کش در علف های هرز با سایر ویژگیهای زیستی آنها از جمله ویژگیهای جوانه زنی و سبز شدن، فتوسنتز و نرخ رشد بیوتیپ های مقاوم نشان از ارتباط این دو مقوله با هم دارند. برای مثال در مطالعات Soltani, et al (۲۰۰۸) که به منظور بررسی رابطه بین مقاومت به علف کش های ترایزین ها در گونه ای تاج خروس (*Amaranthus tuberculatus* var. *rudis*) و خصوصیات رشدی آن انجام شد، مشاهده شد که بین بیوتیپ های مذکور اختلافی در ویژگیهای رشدی از جمله تعداد برگ، ارتفاع، زیست توده و زمان گلدهی مشاهده نشد. اما بیوتیپ های مقاوم به ترتیب ۳۰ و ۳۹ درصد زیست توده اندام زایشی و تعداد بذر کمتری نسبت به بیوتیپ حساس تولید کردند. حال اینکه در تحقیقات انجام شده توسط طهماسبی (طهماسبی، ۱۳۸۹) بر روی ژنوتیپ های یولاف وحشی مقاوم به علف کش، مشاهده شد که خصوصیات دیگری از جمله سرعت فتوسنتز، درصد و سرعت جوانه زنی، سبز شدن، سرعت رشد با هم متفاوت بوده است. در این مطالعه با توجه

7. Bridger G.M., Falk D.E., Mckersie B.D. and Smith D.L. (1996). Crown freezing tolerance and field winter survival of winter cereals in eastern Canada. Crop Science. 36, 150-157.
8. Cardona C. A., Duncan R.R. and Lindstrom O. (1997). Low Temperature Tolerance Assessment in Paspalum. Crop Science. 37: 1283-1291.
9. Cousens R.D., Weaver S.E., Martin T.D., Blair A.M. and Wilson J. (1991). Dynamic of competition between wild oat (*Avena fatua*) and winter cereals. Weed Research. 31:203-210.
10. Fowler D.B., Limin A.E., Wang S.Y., and Ward R.W. (1996). Relationship between low- temperature tolerance and vernalization response in wheat and rye. Can .J. Plant Science.76:37-42
11. Fowler, D.B., and L.V. Gusta. (1979). Selection for winterhardiness in wheat. I. Identification of genotypic variability. Crop Sci. 19: 769-772.
12. Gressel J. and Segel L. A. (1990). Modeling the effectiveness of herbicide rotations and mixtures as strategies to delay or preclude resistance. Weed Tecnology, 4: 186-198.
13. Gusta L.V., Fowler D.B. (1977). Cold resistance and injury in winter cereals. PP. 159-178. In Mussel, H., Staples, R. C. (eds.) Stress physiol. in crop plants. John Wiley & Sons. New York.
14. Murata N. and Los D.A. (1997). Membrane fluidity and temperature perception. Plant Physiol. 115: 875-879.
15. Rife C.L. and Zeinali H. (2003). Cold tolerance in oilseed rape over varying acclimation durations. Crop Science. 43:96-100.
16. Soltani N., Vyn J., Swanton C., Weaver S and Sikkema, P . (2008). Growth and fitness of triazine-susceptible and triazine-resistant common waterhemp (*Amaranthus tuberculatus* var. *rudis*). Weed Biology and Management.8: 73-77.
17. Yoshida M., Abe J., Moriyama M. and Kuwabara, T. (1998). Carbohydrate levels among winter wheat cultivars varying in freezing tolerance and snow mold resistance during autumn and winter. Physiology Plant. 103: 8-16.