دانشکده کشاورزی
رساله دکتری

پی جویی بیوتیپ های درنه (*Echinochloa colona* (L.) Link.) مقاوم و بررسی مبنای مولکولی مقاومت آنها به علف کش های تریازین و تریازینون در مزارع نیشکر (*Saccharum officinarum* L.) استان خوزستان

الهام الهی فرد

استادان راهنما
دکتر علی قنبری
دکتر محمد حسن راشد محصل

استادان مشاور
دکتر اسکندر زند
دکتر امین میرشمسی

بهمن ۱۳۹۱

دانشگاه فردوسی مشهد

دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات

از این رساله دکتری توسط الهام الهی فرد دانشجوی مقطع دکتری رشته زراعت گرایش علف های هرز در تاریخ ۹۱/۱۱/۱۲ در حضور هیات داوران دفاع گردید.

پس از بررسی های لازم، هیات داوران این پایان نامه را با نمره عدد ۱۹/۸۱ حروف نوزده و هشتاد و یک صدم و با درجه عالی مورد تایید قرار داد / امضاء

عنوان رساله: پی جویی بیوتیپ های درنه (*Echinochloa colona*) متقاوم و بررسی مبنای مولکولی مقاومت آنها به علف کش های تریازین و تریازینون در مزارع نیشکر (*Saccharum officinarum* L.) استان خوزستان

سمت در هیات داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	گروه	موسسه / دانشگاه	امضاء
داور خارجی	دکتر محمد علی باغستانی میبدی	استاد	تحقیقات علف های هرز	تحقیقات گیاه پزشکی کشور	
داور	دکتر مهدی راستگو	استادیار	زراعت و اصلاح نباتات	فردوسی مشهد	
داور	دکتر ابراهیم ایزدی دربندی	استادیار	زراعت و اصلاح نباتات	فردوسی مشهد	
استاد راهنما	دکتر علی قنبری	استادیار	زراعت و اصلاح نباتات	فردوسی مشهد	
استاد راهنما	دکتر محمد حسن راشد محصل	استاد	زراعت و اصلاح نباتات	فردوسی مشهد	
استاد مشاور	دکتر اسکندر زند	استاد	تحقیقات علف های هرز	تحقیقات گیاه پزشکی کشور	
استاد مشاور	دکتر امین میر شمسی کاحکی	استادیار	زراعت و اصلاح نباتات	فردوسی مشهد	
نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر رضا قربانی	دانشیار	زراعت و اصلاح نباتات	فردوسی مشهد	

تعهد نامه

عنوان رساله:

پی جویی بیوتیپ های درنه (*Echinochloa colona* (L.) Link.) مقاوم و بررسی مبنای مولکولی مقاومت آنها به علف کش های تریازین و تریازینون در مزارع نیشکر (*Saccharum officinarum* L.) استان خوزستان

اینجانب **الهام الهی فرد** دانشجوی دوره دکتری رشته زراعت گرایش علف های هرز دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تحت راهنمایی آقایان دکتر علی قنبری و دکتر محمد حسن راشد محصل متعهد می شوم:

- نتایج ارائه شده در این پایان نامه حاصل مطالعات علمی و عملی اینجانب بوده، مسئولیت صحت و اصالت مطالب مندرج را به طور کامل بر عهده می گیرم.
- در خصوص استفاده از نتایج پژوهش های محققان دیگر به مرجع مورد نظر استناد شده است.
- مطالب مندرج در این پایان نامه را اینجانب یا فرد دیگری به منظور اخذ هیچ نوع مدرک یا امتیازی تاکنون به هیچ مرجعی تسلیم نکرده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد. مقالات مستخرج از پایان نامه، ذیل نام دانشگاه فردوسی مشهد (Ferdowsi University of Mashhad) به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیر گذار بوده اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت خواهد شد.
- در خصوص استفاده از موجودات زنده یا بافت های آنها برای انجام پایان نامه، کلیه ضوابط و اصول اخلاقی مربوطه رعایت شده است.

تاریخ ۹۱/۱۰/۲۳

نام و امضاء دانشجو

الهام الهی فرد

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد و بدون اخذ اجازه کتبی از دانشگاه قابل واگذاری به شخص ثالث نیست.
- استفاده از اطلاعات و نتایج این پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نیست.

چکیده

به منظور پی جویی بیوتیپ های درنه مقاوم به علف کش های تریازین و تریازینون در مزارع نیشکر استان خوزستان، ایران، و بررسی مبنای مولکولی مقاومت آنها، تحقیقاتی مشتمل بر آزمایش های آزمایشگاهی و گلخانه ای طی سال های ۱۳۹۱-۱۳۸۹ در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. در این تحقیق تعداد چهارده توده (سیزده توده مشکوک به مقاومت و یک توده حساس) درنه جمع آوری شده مورد ارزیابی قرار گرفتند. به منظور تشخیص سریع تر بروز مقاومت در توده های مورد آزمایش، ابتدا توده ها با اعمال غلظت تفکیک کننده آمترین و متری بیوزین غربال اولیه شدند. سپس به منظور تعیین درجه مقاومت بیوتیپ های مقاوم، آزمون غلظت – پاسخ در پتری دیش انجام شد. به منظور تایید نتایج زیست سنجی دانهال، آزمایش های غربال گری و غلظت – پاسخ در گلخانه نیز انجام شد. میزان بازدارندگی فتوسنتز توسط علف کش های مذکور در بیوتیپ های مقاوم و حساس، ۴ ساعت پس از اعمال غلظت های مختلف دو علف کش مذکور با اندازه گیری فلورسنس کلروفیل برگ بوسیله دستگاه فلورومتر برآورد شد. به منظور بررسی مبنای مولکولی مقاومت بیوتیپ های مذکور آزمایش های مولکولی در دو مرحله PCR و توالی یابی انجام شد. نتایج آزمایش زیست سنجی دانهال در پتری دیش نشان داد، تعداد شش بیوتیپ به دو علف کش مذکور مقاوم بودند. نتایج آزمون غلظت – پاسخ در پتری دیش نشان داد که بیوتیپ های مذکور با درجاتی بین ۷۱/۶۰ تا ۷۷۴/۶ و ۱۰/۶۶ تا ۶۳۵/۱ به ترتیب به علف کش های آمترین و متری بیوزین مقاوم شده بودند. نتایج غربال گری در گلخانه موید نتایج زیست سنجی دانهال در پتری دیش بود. نتایج آزمایش غلظت – پاسخ در گلخانه نشان داد که بیوتیپ های مذکور با درجاتی بین ۴/۶۲ تا ۸۸/۶۰ و ۲/۵۷ تا ۸۱/۵۴ به ترتیب به علف کش های آمترین و متری بیوزین مقاوم شده بودند. نتایج اندازه گیری فلورسنس کلروفیل نشان داد سه پارامتر ماکزیمم بازده فتوشیمیایی کوانتومی فتوسیستم ۲ (F_v/F_m)، تغییرات نسبی فلورسنس در مرحله J (F_{vj}) و مساحت بین منحنی کاتسکی و F_m (Area) در بیوتیپ حساس، چهار ساعت پس از پاشش دو علف کش مذکور به شدت کاهش پیدا کرد. در حالیکه در مورد بیوتیپ های مقاوم این کاهش با اعمال غلظت های زیادی از علف کش مشاهده شد. همچنین ارتباط معنی داری میان پارامترهای اندازه گیری شده با وزن تر اندازه گیری شده در ۲۸ روز پس از اعمال علف کش وجود داشت. مطالعه مولکولی بیانگر وجود جهش در نوکلئوتیدهای موقعیت ۲۳۲ و ۲۸۶ ژن *psb*A پروتئین D1 بود که به ترتیب منجر به تغییر آمینو اسیدی سرین به گلایسین در موقعیت ۲۶۴ بیوتیپ های مقاوم و تغییر آمینو اسیدی گلایسین به سرین در موقعیت ۲۸۲ در بیوتیپ حساس شده بود.

واژه های کلیدی: بازدارنده های فتوسیستم II، ژن *psb*A، فلورسنس کلروفیل، مقاومت مبتنی بر محل هدف.

فهرست مطالب

عنوان مطلب | صفحه

۱- فصل اول – مقدمه ۱

۲- فصل دوم – بررسی منابع ۵

۲-۱- نیشکر ۵

۲-۲- علف های هرز و تاثیر آنها بر نیشکر ۵

۲-۳- مدیریت علف های هرز نیشکر ۸

۲-۴- مقاومت علف های هرز به علف کش ها ۱۰

۲-۵- تاریخچه بروز مقاومت در جهان ۱۱

۲-۶- بررسی اجمالی مقاومت علف های هرز به تریازین ها ۱۴

۲-۷- چگونه برخی از علف‌های هرز به علف‌کش مقاوم می‌شوند؟ ۱۴

۲-۷-۱- علف های هرز ۱۴

۲-۷-۱-۱- فراوانی اولیه تک بوته‌های مقاوم ۱۴

۲-۷-۱-۲- بقایای بذور علف های هرز در بانک بذر خاک ۱۵

۲-۷-۱-۳- حساسیت بالای علف های هرز به یک علف‌کش خاص ۱۵

۲-۷-۲- علفکش‌ها ۱۵

۲-۷-۲-۱- فقدان تناوب در کاربرد علفکش ها ۱۵

۲-۷-۲-۲- ماندگاری طولانی مدت بقایای علف کش در خاک ۱۶

۲-۷-۲-۳- علف کش‌های دارای نحوه عمل بسیار اختصاصی ۱۶

۲-۸- تکامل و ژنتیک مقاومت به علف‌کش‌ها در علف‌های‌هرز ۱۶

۲-۸-۱- مقاومت توسط یک ژن قابل توارث کنترل می‌شود ۱۶

۲-۸-۲- آلل (فرمی از ژن) بوجود آورنده مقاومت، معمولا نسبت به آلل بوجود آورنده حساسیت به علف‌کش، غالب است ۱۶

۲-۸-۳- احتمال بروز مقاومت در گیاهان دگرگشن بیشتر است ۱۷

۲-۸-۴- میزان بالای جهش منجر به احتمال بیشتر وقوع مقاومت خواهد شد ۱۷

۲-۸-۵- شایستگی نسبی گیاهان مقاوم و حساس در حضور علف‌کش ۱۸

۲-۸-۶- اغلب موارد مقاومت بوسیله توارث هسته‌ای تشخیص داده شده‌اند ۱۹

۲-۹- علف‌کش‌های بازدارنده فتوسنتز در فتوسیستم ۲ ..... ۱۹

فهرست مطالب

عنوان مطلب | صفحه

۲-۹-۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ۲۰
۲-۹-۲- مکانیسم عمل ۲۰
۲-۹-۳- جذب و انتقال ۲۱
۲-۹-۴- متابولیسم و خاصیت انتخابی ۲۱
۲-۹-۵- سمیت و علایم ۲۲
۲-۹-۶- مکانیسم مقاومت به علف‌کش‌های بازدارنده فتوسیستم ۲ ..... ۲۲
۲-۱۰- بروز مقاومت به علف کش های بازدارنده فتوسنتز در فتوسیستم ۲ و گسترش آن ۲۳
۲-۱۱- درنه ۲۵
۲-۱۱-۱- نام های درنه ۲۵
۲-۱۱-۲- خصوصیات گیاه شناسی ۲۵
۲-۱۱-۲-۱- اندام های رویشی ۲۵
۲-۱۱-۲-۲- اندام های زایشی ۲۶
۲-۱۱-۳- پراکنش جغرافیایی ۲۶
۲-۱۱-۴- زیستگاه ۲۷
۲-۱۱-۵- مشکلات ناشی از وجود درنه ۲۷
۲-۱۱-۶- کنترل شیمیایی ۲۸
۲-۱۲- مقاومت درنه به گروه های مختلف علف کش در جهان ۳۱
۲-۱۳- تاریخچه بروز مقاومت به علف کش ها در ایران ۳۳
۲-۱۴- فلورسنس کلروفیل ۳۵
۲-۱۴-۱- ساختمان دستگاه فتوسنتزی ۳۵
۲-۱۴-۲- تشعشع های فتوسنتزی ۳۸
۲-۱۴-۳- منحنی های القاء فلورسنس ۳۸
۲-۱۵- مطالعات مولکولی ۴۲
۲-۱۵-۱- جهش ۴۳
۲-۱۵-۱-۱- عوامل ایجاد جهش ۴۳
۲-۱۵-۱-۲- انواع جهش ها ۴۳

فهرست مطالب

عنوان مطلب | صفحه

۲-۱۵-۱-۳- روش های سریع برای شناسایی جهش ها در مولکول های DNA ۴۵
۲-۱۵-۲- توالی یابی ۴۷
۲-۱۵-۳- روش های تعیین توالی DNA ۴۸
۳- فصل سوم- مواد و روش ۴۹
۳-۱- مطالعات مزرعه ای ۴۹
۳-۱-۱- انتخاب مزارع به منظور جمع آوری بذور درنه ۴۹
۳-۱-۱-۱- انتخاب مزارع برای جمع آوری بذور درنه مشکوک به مقاومت ۴۹
۳-۱-۱-۱-۱- سابقه مصرف علف کش در مزرعه ۵۰
۳-۱-۱-۱-۲- مشکوک بودن کشاورزان یا محققان منطقه به وجود گونه هرز درنه مقاوم به علف کش های ذکر شده ۵۰
۳-۱-۱-۱-۳- آلودگی مزرعه به علف هرز درنه پس از مصرف یکی از علف کش های آمترین و متری بیوزین ۵۰
۳-۱-۱-۲- انتخاب مزارع برای جمع آوری بذور درنه حساس به علف کش ۵۰
۳-۱-۲- جمع آوری بذور مشکوک به مقاومت وحساس به علف کش ۵۰
۳-۲- علف کش های مورد آزمایش ۵۲
۳-۳- مطالعات آزمایشگاهی زیست سنجی دانهال ۵۳
۳-۳-۱- آزمایش اول ۵۳
۳-۳-۲- آزمایش دوم ۵۴
۳-۳-۳- آزمایش سوم ۵۵
۳-۴- مطالعات گلخانه ای ۵۶
۳-۴-۱- آزمایش اول ۵۶
۳-۴-۲- آزمایش دوم ۵۷
۳-۴-۳- آزمایش سوم ۵۸
۳-۴-۳-۱- زیست سنجی در گلدان با استفاده از منحنی های غلظت-پاسخ ۵۸
۳-۴-۳-۲- آزمایش های اندازه گیری فلورسنس کلروفیل ۵۸

فهرست مطالب

عنوان مطلب | صفحه

۳-۵- تجزیه و تحلیل داده های آزمایش های زیست سنجی در پتری دیش و گلدان ۶۰
۳-۶- تعیین مبنای مولکولی مقاومت ۶۱
۳-۶-۱- تهیه مواد گیاهی ۶۱
۳-۶-۲- استخراج DNA ۶۱
۳-۶-۳- ارزیابی کیفی نمونه های DNA استخراج شده ۶۳
۳-۶-۴- واکنش های زنجیره ای پلیمراز (PCR) ۶۴
۳-۶-۵- توالی یابی ۶۵
٤- فصل چهارم- نتایج و بحث ۶۷
۴-۱- مطالعات آزمایشگاهی زیست سنجی دانهال ۶۷
۴-۱-۱- آزمایش اول ۶۷
۴-۱-۲- آزمایش دوم ۶۸
۴-۱-۳- آزمایش سوم ۶۹
۴-۲- مطالعات گلخانه ای ۷۳
۴-۲-۱- آزمایش اول ۷۳
۴-۲-۲- آزمایش دوم ۷۴
۴-۲-۳- آزمایش سوم ۷۶
۴-۲-۳-۱- زیست سنجی در گلدان با استفاده از منحنی های غلظت-پاسخ ۷۶
۴-۲-۳-۱-۱- مقایسه نتایج آزمایش های زیست سنجی دانهال و گیاه کامل ۸۱
۴-۲-۳-۲- آزمایش های اندازه گیری فلورسنس کلروفیل ۸۳
۴-۳- تعیین مبنای مولکولی مقاومت ۱۲۱
۵- فصل پنجم- نتیجه گیری و پیشنهادها ۱۳۱
۵-۱- نتیجه گیری ۱۳۱
۵-۲- پیشنهادها ۱۳۴
منابع ۱۳۵
پیوست ها ۱۵۱

فهرست مطالب

عنوان مطلب | صفحه

پیوست ۱- پیک های حاصل از توالی یابی محصول PCR بیوتیپ حساس (S)..... ۱۵۲
پیوست ۲- پیک های حاصل از توالی یابی محصول PCR بیوتیپ حساس (R1)..... ۱۵۳
پیوست ۳- پیک های حاصل از توالی یابی محصول PCR بیوتیپ حساس (R2)..... ۱۵۴
پیوست ۴- پیک های حاصل از توالی یابی محصول PCR بیوتیپ حساس (R3)..... ۱۵۵
پیوست ۵- پیک های حاصل از توالی یابی محصول PCR بیوتیپ حساس (R4)..... ۱۵۶
پیوست ۶- پیک های حاصل از توالی یابی محصول PCR بیوتیپ حساس (R5)..... ۱۵۷
پیوست ۷- پیک های حاصل از توالی یابی محصول PCR بیوتیپ حساس (R6)..... ۱۵۸
پیوست ۸- نقشه پراکنش علف های هرز مقاوم به علف کش های تریازین در سراسر جهان..... ۱۵۹
پیوست ۹- اسامی لاتین اشخاص و معادل فارسی آنها..... ۱۶۰

فهرست جدول ها

عنوان جدول | صفحه

جدول ۲-۱. مهمترین علف های هرز مزارع نیشکر ایران ۶
جدول ۲-۲. علف کش های توصیه شده برای مزارع نیشکر ایران..... ۸
جدول ۲-۳. علف کش های توصیه شده برای کنترل سوروف در محصولات زراعی در ایران ۲۹
جدول ۲-۴. مقاومت درنه به گروه های مختلف علف‌کش در جهان..... ۳۲
جدول ۳-۱. اسامی توده‌های علف‌هرز درنه مشکوک به مقاومت و حساس به علف‌کش جمع‌آوری شده از مزارع نیشکر شرکت کشت و صنعت کارون شوشتر..... ۵۱
جدول ۳-۲. ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و کاربردی علف کش های آمترین و متری بیوزین ۵۲
جدول ۳-۳. مقادیر علف کش های مورد استفاده در آزمایش های زیست سنجی دانهال..... ۵۴
جدول ۳-۴. مقادیر علف کش های مورد استفاده در آزمایش های زیست سنجی در گلدان..... ۵۹
جدول ۳-۵. مواد لازم به منظور تهیه بافر CTAB..... ۶۲
جدول ۳-۶. مواد لازم به منظور تهیه بافر TE..... ۶۲
جدول ۳-۷. مواد لازم به منظور تهیه بافر شستشو..... ۶۲
جدول ۳-۸. توالی آغازگرهای مورد استفاده در واکنش PCR..... ۶۴
جدول ۳-۹. اجزاء مخلوط واکنش PCR با استفاده از آنزیم DNA پلیمراز *Taq*..... ۶۵
جدول ۳-۱۰. برنامه چرخه ای واکنش زنجیره ای پلیمراز در دستگاه ترموسایکلر (analytikajena)..... ۶۶
جدول ۴-۱. پارامترهای برآورد شده از تابع چهار پارامتره گامپرتز برای وزن تر دانهال های توده حساس درنه نسبت به کاربرد دو علف کش آمترین و متری بیوزین به منظور تعیین غلظت تفکیک کننده ۶۷
جدول ۴-۲. پاسخ توده های مشکوک به مقاومت و حساس درنه نسبت به کاربرد غلظت تفکیک کننده آمترین و متری بیوزین ۶۹
جدول ۴-۳. پارامترهای برآورد شده از تابع چهار پارامتره گامپرتز برای وزن تر دانهال های بیوتیپ های مقاوم و حساس درنه نسبت به کاربرد علف کش آمترین ۷۱
جدول ۴-۴. پارامترهای برآورد شده از تابع سه و چهار پارامتره گامپرتز برای وزن تر دانهال های بیوتیپ های مقاوم و حساس درنه نسبت به کاربرد علف کش متری بیوزین..... ۷۲
جدول ۴-۵. مقادیر ED_{50}، ED_{80} و ED_{90} برآورد شده از تابع گمپرتز سه پارامتره برای وزن تر توده حساس (S3) نسبت به کاربرد دو علف کش آمترین و متری بیوزین به منظور تعیین غلظت تفکیک کننده ۷۴

فهرست جدول ها

عنوان جدول صفحه

جدول ۴-۶. نتایج آزمایش غربال گری توده های مشکوک به مقاومت درنه با غلظت تفکیک کننده (ED_{90}) علف کش آمترین در آزمایش گلخانه ای ۷۵
جدول ۴-۷. نتایج آزمایش غربال گری توده های مشکوک به مقاومت درنه با غلظت تفکیک کننده (ED_{90}) علف کش متری بیوزین در آزمایش گلخانه ای ۷۶
جدول ۴-۸. پارامترهای بدست آمده از معادله برازش داده شده به داده‌های مقادیر وزن تر بیوتیپ‌های مقاوم و حساس، چهار هفته پس از سمپاشی با علف‌کش آمترین ۷۹
جدول ۴-۹. پارامترهای بدست آمده از معادله برازش داده شده به داده‌های مقادیر وزن تر بیوتیپ‌های مقاوم و حساس، چهار هفته پس از سمپاشی با علف‌کش متری بیوزن ۷۹
جدول ۴-۱۰. پارامترهای برآورد شده از تابع سه و چهار پارامتره گامپرتز برای وزن تر و پارامتر های فلورسنس کلروفیل بیوتیپ های مقاوم و حساس درنه نسبت به کاربرد علف کش آمترین ۱۰۱
جدول ۴-۱۱. پارامترهای برآورد شده از تابع سه و چهار پارامتره گامپرتز برای وزن تر و پارامتر های فلورسنس کلروفیل بیوتیپ های مقاوم و حساس درنه نسبت به کاربرد علف کش متری بیوزین ۱۱۴
جدول ۴-۱۲. جایگزینی های اسید آمینه در پروتئین D1 بوجود آورنده مقاومت به علف کش های بازدارنده فتوسیستم ۲ در علف های هرز ۱۲۸

فهرست شکل ها

عنوان شکل صفحه

شکل ۲-۱. دیاگرام کمپلکس پروتئین D1/D2 در فتوسیستم ۲ ..... ۲۳
شکل ۲-۲. محل عمل علف کش بازدارنده فتوسیستم ۲ ..... ۳۶
شکل۲-۳. ساختار و عملکرد فتوسیستم ۲ ..... ۳۷
شکل ۲-۴. منحنی کاتسکی ثبت شده بوسیله دستگاه Handy PEA در برگ سالم ۴۰
شکل ۲-۵. جهش از نوع درج ۴۴
شکل ۲-۶. جهش از نوع حذف ۴۵
شکل ۲-۷. جهش از نوع تغییر قالب خواندن ۴۵
شکل ۴-۱. پاسخ وزن تر بیوتیپ های مقاوم و حساس به غلظت های مختلف علف کش آمترین و متری بیوزین در آزمایش های زیست سنجی دانهال ۷۰
شکل ۴-۲. پاسخ وزن تر تک بوته بیوتیپ های مقاوم و حساس به غلظت های مختلف علف کش آمترین و متری بیوزین در آزمایش های زیست سنجی گیاه کامل ۷۷
شکل ۴-۳. همبستگی نتایج آزمایش های زیست سنجی دانهال و گیاه کامل بیوتیپ های مقاوم درنه برای دو علف کش آمترین و متری بیوزین ۸۲
شکل ۴-۴. تاثیر علف کش های آمترین و متری بیوزین چهار ساعت پس از پاشش بر شکل منحنی کاتسکی در بیوتیپ حساس (S) ۸۷
شکل ۴-۵. تاثیر علف کش های آمترین و متری بیوزین چهار ساعت پس از پاشش بر شکل منحنی کاتسکی در بیوتیپ مقاوم R1 درنه ۸۸
شکل ۴-۶. تاثیر علف کش های آمترین و متری بیوزین چهار ساعت پس از پاشش بر شکل منحنی کاتسکی در بیوتیپ مقاوم R2 درنه ۸۹
شکل ۴-۷. تاثیر علف کش های آمترین و متری بیوزین چهار ساعت پس از پاشش بر شکل منحنی کاتسکی در بیوتیپ مقاوم R3 درنه ۹۰
شکل ۴-۸. تاثیر علف کش های آمترین و متری بیوزین چهار ساعت پس از پاشش بر شکل منحنی کاتسکی در بیوتیپ مقاوم R4 درنه ۹۱
شکل ۴-۹. تاثیر علف کش های آمترین و متری بیوزین چهار ساعت پس از پاشش بر شکل منحنی کاتسکی در بیوتیپ مقاوم R5 درنه ۹۲

فهرست شکل ها

عنوان شکل صفحه

شکل ۴-۱۰. تاثیر علف کش های آمترین و متری بیوزین چهار ساعت پس از پاشش بر شکل منحنی کاتسکی در بیوتیپ مقاوم R6 درنه ۹۳

شکل ۴-۱۱. ماکزیمم کارایی فتوشیمیایی کوانتومی فتوسیستم ۲ (F_v/F_m) بیوتیپ های مقاوم (R) و حساس (S) درنه، ۴ ساعت پس از تیمار با آمترین ۹۶

شکل ۴-۱۲. مساحت بین منحنی کاتسکی و F_m (Area) بیوتیپ های مقاوم (R) و حساس (S) درنه، ۴ ساعت پس از تیمار با آمترین ۹۷

شکل ۴-۱۳. تغییر نسبی در مرحله J (F_{vj}) بیوتیپ های مقاوم (R) و حساس (S) درنه، ۴ ساعت پس از تیمار با آمترین ۹۸

شکل ۴-۱۴. منحنی های غلظت-پاسخ وزن تر تک بوته بیوتیپ های مقاوم R1، R2، و R3 درنه، ۲۸ روز پس از پاشش و پارامترهای F_{vj} چهار ساعت پس از پاشش آمترین ۱۰۲

شکل ۴-۱۵. منحنی های غلظت-پاسخ وزن تر تک بوته بیوتیپ های مقاوم R4، R5 و R6 و بیوتیپ حساس (S) درنه، ۲۸روز پس از پاشش و پارامتر F_{vj}، چهار ساعت پس از پاشش آمترین ۱۰۳

شکل ۴-۱۶. همبستگی وزن تر تک بوته بیوتیپ های مقاوم R1، R2، R3، R4، R5، R6 و حساس (S) درنه، ۲۸ روز پس از سم پاشی با پارامترهای فلورسنس کلروفیل ۴ ساعت پس از سم پاشی با آمترین ۱۰۵

شکل ۴-۱۷. همبستگی میان وزن تر دو بیوتیپ مقاوم R1 و R5 و بیوتیپ حساس درنه با پارامتر Area چهار ساعت پس از تیمار با علف کش آمترین ۱۰۶

شکل ۴-۱۸. همبستگی میان وزن تر سه بیوتیپ مقاوم R1، R5 و R6 و بیوتیپ حساس (S) درنه و پارامتر F_v/F_m چهار ساعت پس از تیمار با علف کش آمترین ۱۰۷

شکل ۴-۱۹. ماکزیمم کارایی فتوشیمیایی کوانتومی فتوسیستم ۲ (F_v/F_m) بیوتیپ های مقاوم (R) و بیوتیپ حساس (S) درنه، ۴ ساعت پس از تیمار با متری بیوزین ۱۱۰

شکل ۴-۲۰. مساحت بین منحنی کاتسکی و F_m (Area) بیوتیپ های مقاوم (R) و بیوتیپ حساس (S) درنه، ۴ ساعت پس از تیمار با متری بیوزین ۱۱۱

شکل ۴-۲۱. تغییرات نسبی در مرحله J (F_{vj}) بیوتیپ های مقاوم (R) و بیوتیپ حساس (S) درنه، ۴ ساعت پس از تیمار با متری بیوزین ۱۱۲

شکل ۴-۲۲. منحنی های غلظت-پاسخ وزن تر تک بوته بیوتیپ های مقاوم R1، R2 و R3 و بیوتیپ حساس (S) درنه، ۲۸روز پس از پاشش و پارامتر F_{vj}، چهار ساعت پس از پاشش متری بیوزین ۱۱۵

فهرست شکل ها

عنوان شکل صفحه

شکل ۴-۲۳. منحنی های غلظت-پاسخ وزن تر تک بوته بیوتیپ های مقاوم R5 و R6، و بیوتیپ حساس (S) درنه، ۲۸روز پس از پاشش و پارامتر F_{vj}، چهار ساعت پس از پاشش متری بیوزین..... ۱۱۶
شکل ۴-۲۴. همبستگی میان وزن تر تک بوته بیوتیپ های مقاوم (R) و بیوتیپ حساس (S) درنه، ۲۸ روز پس از سم پاشی با پارامتر F_{vj}، ۴ ساعت پس از سم پاشی با متری بیوزین..... ۱۱۸
شکل ۴-۲۵. همبستگی میان وزن تر دو بیوتیپ مقاوم R1 و حساس (S) درنه، ۲۸ روز پس از سم پاشی و پارامتر F_v/F_m چهار ساعت پس ازسمپاشی با علف کش متری بیوزین..... ۱۱۹
شکل ۴-۲۶. همبستگی میان وزن تر سه بیوتیپ مقاوم R1، R2 و R5 و بیوتیپ حساس (S) درنه، ۲۸ روز پس از سم پاشی با پارامتر Area چهار ساعت پس از سمپاشی با متری بیوزین..... ۱۲۰
شکل ۴-۲۷. ارزیابی کیفی DNA استخراج شده از بیوتیپ های حساس و مقاوم درنه بر روی ژل آگارز ۱۲۱
شکل ۴-۲۸. نتایج حاصل از الکتروفورز محصول PCR ۱۲۲
شکل ۴-۲۹. مقایسه توالی های نوکلوتیدی و اسید آمینه ای حاصل ژن کد کننده *psb*A پروتئین D1 بیوتیپ های حساس و مقاوم درنه..... ۱۲۳
شکل ۴- ۳۰. پیک های حاصل از توالی یابی محصول PCR بیوتیپ های مقاوم (R) و حساس (S) درنه در موقعیت نوکلئوتید ۲۳۲..... ۱۲۴
شکل ۴-۳۱. نتایج همردیفی چندگانه توالی های بیوتیپ های مقاوم (R) و بیوتیپ حساس (S) درنه در موقعیت نوکلئوتید ۲۸۶..... ۱۲۶

فهرست علامت ها و اختصارها

علامت	معادل انگلیسی	معادل فارسی
A	Adenine	آدنین
AAA	Aryl Acylamidase	آریل اسیل آمیداز
ACCase (A/1)	Acetyl CoA Carboxylase inhibitors	بازدارنده های آنزیم استیل کوآنزیم – آ- کربوکسیلاز
A. D.	Anno Domino	پس از میلاد مسیح
AGT	Adenine, Guanine, Cytosine, Thymine	اسید آمینه سرین
ALS (B/2)	Acetolactat synthase inhibiting herbicides	بازدارنده‌های استولاکتات سینتاز
Area	The area between the Kautsky curve and maximum fluorescence (F_m)	مساحت بین منحنی کاتسکی و فلورسنس ماکزیمم
b	Curve slope	شیب منحنی
bp	Base pair	جفت باز
C	Cytosine	سیتوزین
c	Lower limit	حد پایین
^0C	Centigrade degree	درجه سانتیگراد
C1/5	Inhibitors of photosynthesis at photosystem II site A	بازدارنده‌های فتوسنتز در فتوسیستم ۲
C2/7	Inhibitors of photosynthesis at photosystem II site B	بازدارنده‌های فتوسنتز در فتوسیستم ۲ (همان محل با اختلاف در نوع پیوند)
C3/6	Inhibitors of photosynthesis at photosystem II site A; different binding behavior from group C1/5	بازدارنده‌های فتوسنتز در فتوسیستم ۲ (همان محل با اختلاف در نوع پیوند)
C_3	A plant that utilizes the C_3 carbon fixation pathway	گیاه دارای مسیر فتوسنتزی C_3
C_4	A plant that utilizes the C_4 carbon fixation pathway	گیاه دارای مسیر فتوسنتزی C_4
^{14}C	Radiolabeled Carbon	کربن رادیو اکتیو
CAPS	Cleaved Amplified Polymorphic Sequences	توالی های چند شکلی تکثیر شده برش خورده
CAS	Chemical Abstracts Service	سرویس اختصارهای شیمیایی

فهرست علامت ها و اختصارها

علامت	معادل انگلیسی	معادل فارسی
Chl^3	Triplet sensitizer	نوعی رادیکال آزاد
CO_2	Carbon dioxide	دی اکسید کربن
CTAB	Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide	ستیل تری متیل آمونیوم بروماید
Cyt P_{450}	Cytochrome P450 Monooxygenase	سیتوکروم پی ۴۵۰ منو اکسیژناز
2,4-D	2,4-Dichlorophenoxyacetic acid	تو فور دی
d	Upper limit	حد بالا
D1	D1 protein	پروتئین دی وان
D2	D2 protein	پروتئین دی تو
dCAPS	Derived Cleaved Amplified Polymorphic Sequences	توالی های چند شکلی تکثیر شده مشتق از هضم
DF	Dry Flowable	معلقه خشک
DNA	Deoxyribonucleic acid	دئوکسی ریبونوکلئیک اسید
drc	Dose response curve	منحنی غلظت پاسخ
EC	Emulsifiable Concentrate	امولسیون شونده غلیظ
EC_{80}	Effective Concentration-High. Rate of herbicide that causes a 80% reduction of fresh weight. It is usually expressed as the weight of substance per weight or volume of water, air or feed, e.g., mg l^1, mg kg^{-1} or ppm.	غلظت موثر-زیاد. غلظتی از علف کش که منجر به ۸۰٪ بازدارندگی در وزن تر گیاه می شود. بصورت وزن ماده سمی در واحد وزن یا حجم آب، هوا یا ماده غذایی (میلی گرم بر لیتر یا کیلوگرم یا قسمت در میلیون) بیان می شود.
EC_{50}	Median Effective Concentration. Rate of herbicide that causes a 50% reduction of fresh weight. It is usually expressed as the weight of substance per weight or volume of water, air or feed, e.g., mg l^{-1}, mg kg^{-1} or ppm.	غلظت میانه موثر. غلظتی از علف کش که منجر به ۵۰٪ بازدارندگی در وزن تر گیاه مورد آزمایش می شود. بصورت وزن ماده سمی در واحد وزن یا حجم آب، هوا یا ماده غذایی (میلی گرم بر

فهرست علامت ها و اختصارها

علامت	معادل انگلیسی	معادل فارسی
EC_{50}		بر لیتر یا کیلوگرم یا قسمت در میلیون) بیان می شود.
ED_{90}	Effective Dose-High. Rate of herbicide that causes a 90% reduction of fresh weight. It is usually expressed as the weight of substance per weight or volume of water, air or feed, e.g., mg l^{-1}, mg kg^{-1}.	غلظت موثر-زیاد. غلظتی از علف کش که منجر به ۹۰٪ بازدارندگی در وزن تر گیاه می شود. بصورت وزن ماده سمی در واحد وزن یا حجم آب، هوا یا ماده غذایی (میلی گرم بر لیتر یا کیلوگرم) بیان می شود.
ED_{50}	Median Effective Dose. Rate of herbicide that causes a 50% reduction of fresh weight. It is usually expressed as the weight of substance per weight or volume of water, air or feed, e.g., mg l^{-1}, mg kg^{-1}.	غلظت میانه موثر. غلظتی از علف کش که منجر به ۵۰٪ بازدارندگی در وزن تر گیاه مورد آزمایش می شود. بصورت وزن ماده سمی در واحد وزن یا حجم آب، هوا یا ماده غذایی (میلی گرم بر لیتر یا کیلوگرم) بیان می شود.
EPTC	S-ethyl dipropyl carbamothioate	ای پی تی سی
FAO	The Food and Agriculture Organization of the United Nations	سازمان خواروبار جهانی ملل متحد
Fe	Iron atom	اتم آهن
F_j	Fluorescence at J step	فلورسنس در مرحله J
F_m	Maximum or peak fluorescence	فلورسنس ماکزیمم
F_o	Initial fluorescence	فلورسنس اولیه
F_T	Terminal fluorescence	فلورسنس نهایی
F_v	Variable fluorescence	فلورسنس متغیر
F_V/F_m	The maximum quantum efficiency of PSII photochemistry	ماکزیمم بازده فتوشیمیایی کوانتومی فتوسیستم ۲
F_{vj}	The relative change at the J step	تغییرات نسبی فلورسنس در مرحله J

فهرست علامت ها و اختصارها

علامت	معادل انگلیسی	معادل فارسی
G	Guanine	گوانین
G/9	Glycine	بازدارنده ۵- انول پایرویل-شیکیمیت-۳- فسفات سینتاز
g ai ha^{-1}	Gram active ingredient per hactare	گرم ماده موثره در هکتار
GGT	Guanine, Guanine, Thymine	گلایسین
Gly	Glycine	گلایسین
GR	Granule	گرانول
GST	Glutathione *S*-Transferase	گلوتاتیون اس-ترانسفراز
g mol^{-1}	Gram per mole	گرم بر مول
g cm^{-3}	Gram per Cubic Centimeters	گرم بر سانتیمتر مکعب
H/H^+	Hydrogen atom / Cationic Hydrogen	اتم و کاتیون هیدروژن
HCl	Hydrogen chloride	کلرید هیدروژن
H_2O	Dihydrogen monoxide	آب
H_2O_2	Hydrogen peroxide	پراکسید هیدروژن
HPLC	High Performance liquid Chromatography	کروماتوگرافی مایع با قابلیت بالا
HRAC	Herbicide Resistance Action Committee	کمیته کاری مقاومت به علف کش
IUPAC	The International Union of Pure and Applied Chemistry	اتحادیه بین المللی مواد شیمیایی خالص و کابردی
Kow	Octanol water partition coefficient	ضریب نسبی اکتانول به آب
LD_{50}	Median Lethal Dose. A statistically derived single dose that can be expected to cause death in 50% of the test animals when administered by the route indicated (oral, dermal, inhalation). It is expressed as a weight of substance per unit weight of animal, e.g., mg kg^{-1}.	غلظت میانه کشنده. غلظتی از ماده سمی که منجر به ۵۰٪ بازدارندگی در تعداد موجود زنده مورد آزمایش می شود. بصورت وزن ماده سمی در واحد وزن موجود زنده (میلی گرم بر کیلوگرم) بیان می شود.
Leu_{275}	Leucine	لوسین ۲۷۵

فهرست علامت ها و اختصارها

علامت	معادل انگلیسی	معادل فارسی
M	Molar	مولار
MCPA	4-chloro-2-methylphenoxy acetic acid	ام پی سی آ
mg L^{-1}	Milligram per liter	میلی گرم در لیتر
ml	Mililiter	میلی لیتر
Mn	Manganese	منگنز
mM	Milimolar	میلی مولار
MPa	Megapascal	مگا پاسکال
µl	Microliter	مایکرو لیتر
NADPH / $NADP^+$	Nicotinamide adenine dinucleotide phosphate / Cationic Nicotinamide adenine dinucleotide phosphate	نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید فسفات / نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید فسفات کاتیونی
NCBI	The National Center for Biotechnology Information	مرکز ملی اطلاعات بیوتکنولوژی
O/4	Synthetic auxins	اکسین های مصنوعی
O_2	Oxygen molecule	مولکول اکسیژن
OEC	Oxygen evolving complex	کمپلکس آزاد کننده اکسیژن
^0OH	Hydroxyl radical	رادیکال هیدروکسیل
OJIP	OJIP	منحنی القاء فلورسنس کلروفیل
P680/P680*	Reaction center chlorophyll complex of Photosystem II/ Excited P680*	کمپلکس کلروفیل مرکز واکنش فتوسیستم ۲ / حالت برانگیخته P680
P700/P700*	Reaction center chlorophyll complex of Photosystem I/ Excited P700*	کمپلکس کلروفیل مرکز واکنش فتوسیستم ۱ / حالت برانگیخته P700
PAR	Photosynthetic active radiation	تشعشع فعال فتوسنتزی
PCR	The polymerase chain reaction	واکنش زنجیره پلیمراز
pH	pH	اسیدیته
Phe_{211}	$Phenylalanine_{211}$	فنیل آلانین جایگاه ۲۱۱
phaeo	pheophytin	فئوفتین (نوعی رنگداته کلروفیل)

فهرست علامت ها و اختصارها

علامت	معادل انگلیسی	معادل فارسی
PQ	Plastoquinone	پلاستوکوئینون
PSI	Photosystem I	فتوسیستم ۱
PSII	Photosystem II	فتوسیستم ۲
*psb*A	*psb*A gene	ژن پی اس بی آ
Q_A	Quinone A	اولین کوئینون پذیرنده الکترون
Q_B	Quinone B	دومین کوئینون پذیرنده الکترون
R	Resistance or Resistance	مقاومت یا مقاوم
R?	Early indications that resistance may be developing, possibly reducing herbicide performance	ابتدا علایم مقاومت را نشان می دهد، احتمالا قادر به کاهش تاثیر علف کش می باشد.
RFLP	Restriction Fragment Length Polymorphism	پلی مورفیسم طولی قطعات محدود شده
RR	Resistance confirmed, probably reducing herbicide performance	مقاومت قطعی، بیوتیپ علف هرز مقاوم احتمالا قادر به کاهش تاثیر علف کش می باشد.
RRR	Resistance confirmed, highly likely to reduce herbicide performance	مقاومت قطعی، بیوتیپ علف هرز مقاوم به میزان زیادی قادر به کاهش تاثیر علف کش می باشد.
RF or R/S	The Resistance factor	شاخص یا درجه مقاومت
S	Susceptible population or biotype	توده یا بیوتیپ حساس
SB	Sodium boric acid	بافر اس بی
SC	Suspension Concentrate	سوسپانسیون غلیظ
SDS	Sodium dodecyl sulfate	سدیم دودسیل سولفات
Ser	Serine	سرین
SL	Soluble Liquid	مایع حل شونده در آب
SNP	Single Nucleotide Polymorphism	تفاوت های تک نوکلئوتیدی
SP	Soluble Powder	پودر حل شونده در آب