بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده فناوری کشاورزی و منابع طبیعی
گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی

مقایسه نیروی کششی و انرژی موردنیاز کولتیواتورهای متداول و پیش‌بینی نیروی کششی موردنیاز به روش شبکه عصبی مصنوعی

استاد راهنما:
دکتر یوسف عباسپور گیلانده

اساتید مشاور:
دکتر غلامحسین شاهقلی
دکتر مهدی نوشیار

توسط:
مسعود فاضلی

دانشگاه محقق اردبیلی
آبان‌ماه ۱۳۹۱

تقدیم به پیشگاه حضرت ولی عصر(عج)

و پدر و مادرم

دو فداکارترین و مهربانترین آسمان بخشایش

دو بزرگواری که لبانشان بارگاه دعاست و شبنم نگاهشان همراه همیشگی راه، بودنشان نعمتی عظیم و ماندنشان موهبتی

عظیم تر، وجودشان همیشه پایدار. لب هاشان خندان.

تقدیر و تشکر

با حمد و سپاس به درگاه پروردگار متعال که توفیق انجام این تحقیق را به بندهٔ حقیر ارزانی داشت، اکنون بر خود واجب می‌دانم از تمامی عزیزانی که به نحوی مرا در اجرای این امر یاری نمودند تشکر و قدردانی نمایم.

سپاس اولین و برترین معلمان زندگی، **پدر** و **مادر** مهربانم را، که بودنم و تمام توفیقاتم را مدیون قلب مهربانشان هستم و در سایهٔ دعای خیرشان، تحمل تمام مشکلات برایم مقدور می‌گردد.

از محضر استاد راهنمای ارجمندم **جناب آقای دکتریوسف عباسپور گیلانده** کمال سپاسگزاری را دارم که راهنمایی این رساله را انجام داده و با نظرهای ارزشمند و راهگشای خویش، با درایت تمام مرا در امر تهیه و تدوین مطالب یاری نمودند و به من آموختند که امیدواری و توکل بر خدا رمز موفقیت در کارهاست و برای بدست آوردن موفقیت‌ها و خواسته‌هایم هیچ‌گاه دست از تلاش بر ندارم.

از زحمات و راهنمایی‌های اساتید مشاور فرزانه، **جناب آقای دکتر غلامحسین شاهقلی و دکتر مهدی نوشیار** که صادقانه و با رویی گشاده و با حوصله فراوان مرا در طول اجرای پایان‌نامه راهنمایی و مساعدت کردند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنم.

از استادمحترم داور گرامی **جناب آقای عزت‌اله عسکری اصلی ارده** که زحمت بازخوانی و داوری پایان نامه را بر عهده گرفتند، تشکر می‌نمایم.

از **دوست عزیزم مهندس سجاد سربازوطن** به خاطر دلگرمی‌هاو زحماتشان در راه انجام این پایان نامه تشکرمی‌کنم.

از مسئول محترم کارگاه گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی جناب آقای مهندس مهدی زاده که در انجام این تحقیق کمک شایانی به بنده نموده اند، بسیار سپاسگزارم.

نام خانوادگی دانشجو: فاضلی **نام**: مسعود
عنوان پایان‌نامه: مقایسه نیروی کششی و انرژی موردنیاز کولتیواتورهای متداول و پیش‌بینی نیروی کششی موردنیاز به روش شبکه عصبی مصنوعی
استاد راهنما: دکتر یوسف عباسپور گیلانده **اساتید مشاور**: دکتر غلامحسین شاهقلی، دکتر مهدی نوشیار
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته**: مهندسی کشاورزی **گرایش**: مکانیک ماشین‌های کشاورزی **دانشگاه**: محقق اردبیلی **دانشکده**: کشاورزی **تاریخ فارغ التحصیلی**: **تعداد صفحه**:
کلید واژه‌ها: نیروی مقاوم کششی، کولتیواتور، وجین، شبکه عصبی مصنوعی، الگوریتم آموزشی لونبرگ مارکوات.
چکیده: روش‌های مختلفی برای مبارزه با علف‌های هرز وجود دارد که روش مبارزه مکانیکی (کولتیواتورزدن)، از یک سو به دلیل کارایی موثر در عملیات و اثرات سوء کمتر در مقایسه با روش‌های شیمیایی و از طرف دیگر به علت هزینه‌های کمتر، بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. نیروی مقاوم کششی ابزارهای مختلف خاک‌ورزی یک پارامتر مهم برای اندازه‌گیری و ارزیابی عملکرد ادوات برای تعیین میزان انرژی موردنیاز می‌باشد که پیش‌بینی این پارامتر می‌تواند در بسیاری از اهداف مدیریتی و همچنین پیش‌بینی انرژی موردنیاز و انتخاب تراکتور مناسب موثر واقع گردد. در این تحقیق اثر عمق، سرعت پیشروی و محتوی رطوبتی خاک، در عملیات کولتیواتورزنی بر روی نیروی مقاوم کششی، انرژی موردنیاز و میزان بهم‌خوردگی خاک توسط ۵ نوع کولتیواتور بررسی شد. کولتیواتورهای مورد استفاده عبارت بودند از: ۱- کولتیواتور با ساقهٔ C شکل فنری و تیغه پنجه غازی، ۲- کولتیواتور با سرعت پیشروی بالا، ۳- کولتیواتور با ساقهٔ C شکل فنری و تیغهٔ قلمی، ۴- کولتیواتور هلالی و ۵- کولتیواتور با ساقهٔ L شکل غیر قابل انعطاف و تیغهٔ قلمی. آزمایشات مزرعه‌ای در خاک شنی لومی و در مزرعه آموزشی و تحقیقاتی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. اندازه‌گیری نیروی مقاوم کششی کولتیواتورها با استفاده از دینامومتر اتصال سه نقطه و جمع‌آوری داده با استفاده از یک دیتالاگر مدل *DT-800* و کامپیوتر کیفی متصل به آن انجام گرفت. آزمایشات در قالب طرح آماری فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. در این تحقیق برای اندازه‌گیری و تعیین عوامل موثر بر مقدار نیروی مقاوم کششی و انرژی و میزان بهم‌خوردگی خاک هر یک از کولتیواتورها، در آزمایش‌های مزرعه‌ای، از آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی *(RCDB)* و با سه تکرار استفاده شد. در خاک مورد آزمایش، سطوح مختلف رطوبت (فاکتور A) از ۵ تا ۱۶ درصد برای خاک‌های خشک و ۱۷ تا ۳۵ درصد برای خاک‌های مرطوب، سرعت پیشروی تراکتور (فاکتور B) درچهار سطح، عمق کاری (فاکتور C) در دو سطح ۱۰، ۲۰ سانتی‌متر انتخاب گردید و در داخل هر کرت آزمایشی صفات نیروی مقاوم کششی کولتیواتور، شاخص مخروطی خاک و درصد محتوی رطوبتی خاک اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی شرایط خاک، وسیله، سرعت و عمق کاری به‌طور مجزا بر روی میزان نیروی مقاوم کششی و انرژی موردنیاز کولتیواتور و نیز بر میزان بهم‌خوردگی خاک، معنی‌دار است (سطح احتمال ۱٪). به‌طوری‌که با افزایش سرعت پیشروی، عمق کاری و عرض تیغه میزان نیروی مقاوم کششی، انرژی و بهم‌خوردگی خاک به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش محتوی رطوبتی میزان نیروی مقاوم کششی کاهش می‌یابد. ضمن این‌که اثرات متقابل دوتایی محتوی

رطوبتی خاک در سرعت پیشروی، محتوی رطوبتی خاک در نوع وسیله، نوع وسیله در سرعت پیشروی، محتوی رطوبتی خاک در عمق کاری، نوع وسیله در عمق کاری، بر نیروی مقاوم کششی و انرژی موردنیاز نیز معنی‌دار می‌باشد (سطح احتمال ۱٪). اثر سرعت پیشروی در عمق کاری، بر نیروی مقاوم کششی و انرژی موردنیاز در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد. همچنین اثرات متقابل دوتایی، محتوی رطوبتی خاک در نوع وسیله، محتوی رطوبتی خاک در عمق کاری، نوع وسیله در عمق کاری، بر مساحت پروفیل‌های ایجادشده توسط کولتیواتورها نیز معنی‌دار می‌باشد (سطح احتمال ۱٪). اثر محتوی رطوبتی خاک در سرعت پیشروی و نوع وسیله در سرعت پیشروی، بر مساحت پروفیل‌های ایجادشده توسط کولتیواتورها در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد.

در این تحقیق با توجه به توسعه، کاربرد و دقت بالای شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی، از شبکه های عصبی مصنوعی به‌منظور پیش‌بینی نیروی مقاوم کششی کولتیواتور نوع قلمی استفاده شد. شبکه‌های طراحی شده در این تحقیق که به‌منظور پیش‌بینی نیروی مقاوم کششی کولتیواتور نوع قلمی مورد استفاده قرار گرفتند، از نوع شبکه‌های چندلایه پس انتشار برگشتی بودند. از سه روش الگوریتم گرادیان نزولی با مومنتوم، الگوریتم لونبرگ- مارکوات و الگوریتم گرادیان نزولی مزدوج مقیاسی به‌منظور آموزش شبکه استفاده گردید. همچنین در این تحقیق از تابع تبدیل تانژانت سیگموئیدی، بین لایه‌های شبکه استفاده گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که شبکه عصبی توسعه داده شده با دو لایه مخفی و با ۲۴ نرون در لایه اول و ۲۶ نرون در لایه دوم و با الگوریتم گرادیان نزولی مزدوج مقیاسی در مقایسه با سایر الگوریتم‌ها عملکرد بهتری دارد. میانگین دقت شبیه‌سازی ۹۹/۸۳ ٪ و همچنین ضریب همبستگی ۰/۹۴۴۵ برای مدل توسعه داده شده در این تحقیق بدست آمد. مدل رگرسیونی در مقایسه با شبکه عصبی مصنوعی دارای دقت و ضریب همبستگی بسیار پایین تر برای پیش‌بینی نیروی مقاوم کششی در خاک مورد مطالعه بود.

تقدیر و تشکر

باحمد و سپاس به درگاه پروردگار متعال که توفیق انجام این تحقیق را به بندهٔ حقیر ارزانی داشت، اکنون بر خود واجب می دانم از تمامی عزیزانی که به نحوی مرا در اجرای این امر یاری نمودند تشکر و قدردانی نمایم.

سپاس اولین و برترین معلمان زندگی، **پدر و مادر** مهربانم را، که بودنم و تمام توفیقاتم را مدیون قلب مهربانشان هستم و در سایهٔ دعای خیرشان، تحمل تمام مشکلات برایم مقدور می گردد.

از محضر استاد راهنمای ارجمندم **جناب آقای دکتر یوسف عباسپور گیلانده** کمال سپاسگزاری را دارم که راهنمایی این رساله را انجام داده و با نظرهای ارزشمند و راهگشای خویش، با درایت تمام مرا در امر تهیه و تدوین مطالب یاری نمودند و به من آموختند که امیدواری و توکل بر خدا رمز موفقیت در کارهاست و برای بدست آوردن موفقیت ها و خواسته هایم هیچ گاه دست از تلاش برندارم.

از زحمات و راهنمایی های اساتید مشاور فرزانه، **جناب آقای دکتر غلامحسین شاهقلی و دکتر مهدی نوشیار** که صادقانه و با روی گشاده و با حوصله فراوان مرا در طول اجرای پایان نامه راهنمایی و مساعدت کردند، صمیمانه تشکر و قدردانی می کنم.

از استاد محترم داور گرامی **جناب آقای عزت اله عسکری اصلی اردهٔ** که زحمت باز خوانی و داوری پایان نامه را بر عهده گرفتند، تشکر می نمایم.

از **دوست عزیزم مهندس سجاد سرباز وطن** به خاطر دلگرمی ها و زحماتشان در راه انجام این پایان نامه تشکر می کنم.

از مسئول محترم کارگاه گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی جناب آقای مهندس مهدی زاده که در انجام این تحقیق کمک شایانی به بنده نموده اند، بسیار سپاسگزارم.

نام خانوادگی دانشجو: فاضلی یل سویی **نام**: مسعود

عنوان پایان‌نامه: مقایسه نیروی کششی و انرژی موردنیاز کولتیواتورهای متداول و پیش‌بینی نیروی کششی موردنیاز به روش شبکه عصبی مصنوعی

استاد راهنما: دکتر یوسف عباسپور گیلانده

اساتید مشاور: دکتر غلامحسین شاهقلی، دکتر مهدی نوشیار

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته**: مهندسی کشاورزی **گرایش**: مکانیک ماشین‌های کشاورزی **دانشگاه**: محقق اردبیلی

دانشکده: فناوری کشاورزی و منابع طبیعی **تاریخ فارغ التحصیلی**: **تعداد صفحه**: ۹۵

کلید واژه‌ها: نیروی مقاوم کششی، کولتیواتور، وجین، شبکه عصبی مصنوعی، الگوریتم آموزشی لونبرگ مارکوات.

چکیده: روش‌های مختلفی برای مبارزه با علف‌های هرز وجود دارد که روش مبارزه مکانیکی (کولتیواتورزدن)، از یک سو به دلیل کارایی موثر در عملیات و اثرات سوء کمتر در مقایسه با روش‌های شیمیایی و از طرف دیگر به علت هزینه‌های کمتر، بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. نیروی مقاوم کششی ابزارهای مختلف خاک‌ورزی یک پارامتر مهم برای اندازه‌گیری و ارزیابی عملکرد ادوات برای تعیین میزان انرژی موردنیاز می‌باشد که پیش‌بینی این پارامتر می‌تواند در بسیاری از اهداف مدیریتی و همچنین پیش‌بینی انرژی موردنیاز و انتخاب تراکتور مناسب موثر واقع گردد. در این تحقیق اثر عمق، سرعت پیشروی و محتوی رطوبتی خاک، در عملیات کولتیواتورزنی بر روی نیروی مقاوم کششی، انرژی موردنیاز و میزان بهم‌خوردگی خاک توسط ۵ نوع کولتیواتور بررسی شد. کولتیواتورهای مورد استفاده عبارت بودند از: ۱- کولتیواتور با ساقهٔ C شکل فنری و تیغه پنجه غازی، ۲- کولتیواتور با سرعت پیشروی بالا، ۳- کولتیواتور با ساقهٔ C شکل فنری و تیغهٔ قلمی، ۴- کولتیواتور هلالی و ۵- کولتیواتور با ساقهٔ L شکل غیر قابل انعطاف و تیغهٔ قلمی. آزمایشات مزرعه‌ای در خاک شنی لومی و در مزرعه آموزشی و تحقیقاتی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. اندازه‌گیری نیروی مقاوم کششی کولتیواتورها با استفاده از دینامومتر اتصال سه نقطه و جمع‌آوری داده با استفاده از یک دیتالاگر مدل DT-800 و کامپیوتر کیفی متصل به آن انجام گرفت. آزمایشات در قالب طرح آماری فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. در این تحقیق برای اندازه‌گیری و تعیین عوامل موثر بر مقدار نیروی مقاوم کششی، انرژی و میزان بهم‌خوردگی خاک هر یک از کولتیواتورها، در آزمایش‌های مزرعه‌ای، از آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی *(RCDB)* و با سه تکرار استفاده شد. در خاک مورد آزمایش، سطوح مختلف رطوبت (فاکتور A) از ۵ تا ۱۶ درصد برای خاک‌های خشک و ۱۷ تا ۳۵ درصد برای خاک‌های مرطوب، سرعت پیشروی تراکتور (فاکتور B) درچهار سطح، عمق کاری (فاکتور C) در دو سطح ۱۰، ۲۰ سانتی‌متر انتخاب گردید و در داخل هر کرت آزمایشی صفات نیروی مقاوم کششی کولتیواتور، شاخص مخروطی خاک و درصد محتوی رطوبتی خاک اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی شرایط خاک، وسیله، سرعت و عمق کاری به‌طور مجزا بر روی میزان نیروی مقاوم کششی و انرژی موردنیاز کولتیواتور و نیز بر میزان بهم‌خوردگی خاک، معنی‌دار است (سطح احتمال ۱٪). به‌طوری‌که با افزایش سرعت پیشروی، عمق کاری و عرض تیغه میزان نیروی مقاوم کششی، انرژی و بهم‌خوردگی خاک به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش محتوی رطوبتی میزان نیروی مقاوم کششی کاهش می‌یابد. ضمن این‌که اثرات متقابل دوتایی محتوی

رطوبتی خاک در سرعت پیشروی، محتوی رطوبتی خاک در نوع وسیله، نوع وسیله در سرعت پیشروی، محتوی رطوبتی خاک در عمق کاری، نوع وسیله در عمق کاری، بر نیروی مقاوم کششی و انرژی موردنیاز نیز معنی‌دار می‌باشد (سطح احتمال ۱٪). اثر سرعت پیشروی در عمق کاری، بر نیروی مقاوم کششی و انرژی موردنیاز در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد. همچنین اثرات متقابل دوتایی، محتوی رطوبتی خاک در نوع وسیله، محتوی رطوبتی خاک در عمق کاری، نوع وسیله در عمق کاری، بر مساحت پروفیل‌های ایجادشده توسط کولتیواتورها نیز معنی‌دار می‌باشد (سطح احتمال ۱٪). اثر محتوی رطوبتی خاک در سرعت پیشروی و نوع وسیله در سرعت پیشروی، بر مساحت پروفیل‌های ایجادشده توسط کولتیواتورها در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد. در این تحقیق با توجه به توسعه، کاربرد و دقت بالای شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی، از شبکه های عصبی مصنوعی به‌منظور پیش‌بینی نیروی مقاوم کششی کولتیواتور نوع قلمی استفاده شد. شبکه‌های طراحی شده در این تحقیق که به‌منظور پیش‌بینی نیروی مقاوم کششی کولتیواتور نوع قلمی مورد استفاده قرار گرفتند، از نوع شبکه‌های چندلایه پس انتشار برگشتی بودند. از سه روش الگوریتم گرادیان نزولی با مومنتوم، الگوریتم لونبرگ- مارکوات و الگوریتم گرادیان نزولی مزدوج مقیاسی به‌منظور آموزش شبکه استفاده گردید. همچنین در این تحقیق از تابع تبدیل تانژانت سیگموئیدی، بین لایه‌های شبکه استفاده گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که شبکه عصبی توسعه داده شده با دو لایه مخفی و با ۲۴ نرون در لایه اول و ۲۶ نرون در لایه دوم و با الگوریتم گرادیان نزولی مزدوج مقیاسی در مقایسه با سایر الگوریتم‌ها عملکرد بهتری دارد. میانگین دقت شبیه‌سازی ۸۹٪ و همچنین ضریب همبستگی ۰/۹۴۴۵ برای مدل توسعه داده شده در این تحقیق بدست آمد. مدل رگرسیونی در مقایسه با شبکه عصبی مصنوعی دارای دقت و ضریب همبستگی بسیار پایین تر برای پیش‌بینی نیروی مقاوم کششی در خاک مورد مطالعه بود.

فهرست مطالب

فصل اول

مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۱-۱- وجین دستی ۳

۱-۱-۲- مبارزه شیمیایی ۳

۱-۱-۳- شخم و وجین مکانیزه ۴

۱-۲- ضرورت و اهداف تحقیق ۵

۱-۳- کلیات و تعاریف ۸

۱-۳-۱- علف هرز ۸

۱-۳-۲- روش‌های کنترل علف‌های هرز ۸

۱-۳-۲-۱- روش‌های پیشگیری ۸

۱-۳-۲-۲- روش‌های زراعی ۹

۱-۳-۲-۳- روش‌های فیزیکی و مکانیکی ۹

۱-۳-۲-۴- روش‌های بیولوژیکی ۹

۱-۳-۲-۵- روش‌های شیمیایی ۹

۱-۳-۳- انواع کولتیواتورها ۹

۱-۳-۳-۱- کولتیواتور متداول ۱۰

۱-۳-۳-۲- کج‌بیل گردان ۱۰

۱-۳-۳-۳- کولتیواتور غلتان ۱۰

۱-۳-۴- مشکلات استفاده کولتیواتورهای موجود در منطقه ۱۰

۱-۳-۵- توان و کشش تراکتور ۱۱

۱-۳-۵-۱- کشش ۱۱

۱-۳-۵-۲- کشش ناخالص ۱۱
۱-۳-۵-۳- نیروی کششی ۱۱
۱-۳-۵-۴- نیروی مقاوم کششی ادوات ۱۲
۱-۳-۵-۵- ضریب کشش ناخالص ۱۲
۱-۳-۵-۶- ضریب کشش خالص ۱۲
۱-۳-۵-۷- نیروی کششی مالبندی ۱۲
۱-۳-۶- نیروهای وارد بر ادوات خاک‌ورزی ۱۲
۱-۴- شبکه‌های عصبی مصنوعی ۱۴
۱-۴-۱- مدل ریاضی نرون‌ها ۱۵
۱-۴-۱-۱- مدل تک ورودی ۱۵
۱-۴-۱-۲- مدل چند ورودی ۱۶
۱-۴-۲- توابع انتقال ۱۶
۱-۴-۳- شبکه‌های عصبی مصنوعی تک لایه ۱۷
۱-۴-۴- شبکه‌های عصبی مصنوعی چند لایه ۱۷
۱-۴-۵- طبقه‌بندی ساختار شبکه‌های عصبی ۱۸
۱-۴-۶- تاریخچه شبکه های عصبی مصنوعی ۱۹
۱-۴-۷- آموزش شبکه‌های عصبی مصنوعی ۱۹
۱-۴-۸- انواع شبکه‌های عصبی مصنوعی ۲۰
۱-۴-۸-۱- شبکه عصبی پرسپترون ۲۱
۱-۴-۸-۱-۱- پرسپترون تک لایه ۲۱
۱-۴-۸-۱-۲- شبکه‌های پرسپترون چندلایه‌ای (MLP) ۲۲
۱-۴-۹- مسائل اجرایی در شبکه‌های عصبی مصنوعی ۲۲
۱-۴-۱۰- توقف آموزش BP ۲۵

۱-۴-۱۱- الگوریتم‌های به کار گرفته شده و مراحل اجرایی یک شبکه عصبی ۲۵
۱-۴-۱۱-۱- الگوریتم گرادیان نزولی با مومنتم ۲۵
۱-۴-۱۱-۲- الگوریتم گرادیان نزولی مقیاسی ۲۶
۱-۴-۱۱-۳- الگوریتم لونبرگ- مارکوارت ۲۶
۱-۴-۱۲- مقداردهی آغازین به وزنها ۲۷
۱-۴-۱۳- شبیه‌سازی ۲۷
۱-۴-۱۴- آموزش شبکه ۲۸
۱-۴-۱۵- پیش‌پردازش و پس‌پردازش ۲۸
۱-۴-۱۶- آنالیز اجزای اصلی ۲۹
۱-۴-۱۷- آنالیز پس از آموزش ۳۰
۱-۴-۱۸- بهبود عمومیت شبکه ۳۰
۱-۵- مروری بر تحقیقات انجام گرفته ۳۱
۱-۵-۱- مبارزه با علفهای هرز و وجین مکانیزه ۳۱
۱-۵-۲- مطالعات انجام شده درخصوص میزان نیروی مقاوم کششی کولتیواتور و مدلسازی آن ۳۲

فصل دوم:

مواد و روش‌ها

۲-۱- کلیات ۳۷
۲-۲- ادوات مورد استفاده در انجام آزمایشات ۳۷
۲-۲-۱- سیستم اندازه‌گیری نیروی مقاوم کششی ابزار باریک خاک‌ورزی و سرعت واقعی تراکتور ۳۷
۲-۲-۱-۱- دینامومتر اتصال سه نقطه ۳۷
۲-۲-۱-۲- مکانیزم اندازه‌گیری سرعت (چرخ پنجم) ۳۹
۲-۲-۲- کولتیواتورهای مورد استفاده در آزمایش ۴۰

۲-۲-۳- سیستم اندازه‌گیری شاخص مخروطی خاک ۴۰
۲-۲-۳-۱- مخروط استاندارد ۴۲
۲-۲-۳-۲- مبدل اندازه گیری نیرو ۴۲
۲-۲-۳-۳- حسگر اندازه‌گیری عمق نفوذ مخروط ۴۳
۲-۲-۳-۴- واحد پردازش داده ۴۳
۲-۳- پروفیل‌متر ۴۴
۲-۴- آزمایش‌های مزرعه‌ای ۴۵
۲-۴-۱- تعیین میزان رطوبت خاک ۴۶
۲-۵- پیش‌بینی نیروی مقاوم کششی کولتیواتور با تیغه قلمی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی ۴۷
۲-۵-۱- طراحی مدل شبکه عصبی مصنوعی ۴۷
۲-۵-۱-۱- نوع شبکه مورد استفاده و قانون های یادگیری بکار رفته ۴۷
۲-۵-۱-۲- انتخاب نرخ یادگیری و مومنتم شبکه های طراحی شده ۴۸
۲-۵-۱-۳- انتخاب تعداد نرونهای لایه میانی و تابع تبدیل مورد استفاده در آنها ۴۸
۲-۵-۱-۴- داده‌های مورد استفاده در شبکه عصبی مصنوعی طراحی شده ۴۹
۲-۵-۱-۵- نحوه وارد کردن داده‌های ورودی به شبکه ۴۹
۲-۵-۱-۶- فایل‌های مورد استفاده در یادگیری و تست شبکه طراحی شده ۴۹
۲-۵-۱-۷- نحوه ارزیابی عملکرد شبکه ۵۰

فصل سوم:

نتایج و بحث

۳-۱-کلیات ۵۳
۳-۲- نتایج تجزیه واریانس دادههای نیروی مقاوم کششی و انرژی موردنیاز ۵۳

۳-۲-۱- اثر متقابل سرعت پیشروی در محتوی رطوبتی خاک بر روی نیروی مقاوم کششی و انرژی موردنیاز کولتیواتورها ۵۷

۳-۲-۲- اثر متقابل نوع وسیله در محتوی رطوبتی خاک بر نیروی مقاوم کششی و انرژی موردنیاز کولتیواتورها ۵۸

۳-۲-۳- اثر متقابل نوع وسیله در سرعت پیشروی بر نیروی مقاوم کششی و انرژی موردنیاز کولتیواتورها. ۵۹

۳-۲-۴- اثر متقابل محتوی رطوبتی خاک در عمق کاری بر نیروی مقاوم کششی و انرژی موردنیاز کولتیواتورها ۶۰

۳-۲-۵- اثر متقابل عمق کاری در سرعت پیشروی بر نیروی مقاوم کششی و انرژی موردنیاز کولتیواتورها ۶۱

۳-۲-۶- اثر متقابل نوع وسیله در عمق خاک‌ورزی بر روی نیروی مقاوم کششی و انرژی موردنیاز کولتیواتورها ۶۲

۳-۲-۷- اثر متقابل محتوی رطوبتی خاک در سرعت پیشروی در نوع وسیله بر نیروی مقاوم کششی و انرژی موردنیاز کولتیواتورها..... ۶۴

۳-۲-۸- اثر متقابل محتوی رطوبتی خاک در عمق کاری در نوع وسیله بر نیروی مقاوم کششی و انرژی موردنیاز کولتیواتورها..... ۶۶

۳-۲-۹- اثر متقابل محتوی رطوبتی خاک در عمق کاری در سرعت پیشروی بر نیروی مقاوم کششی و انرژی موردنیاز کولتیواتورها ۶۸

۳-۲-۱۰- اثر متقابل عمق کاری در سرعت پیشروی در نوع وسیله بر نیروی مقاوم کششی و انرژی موردنیاز کولتیواتورها ۶۹

۳-۳- تجزیه واریانس داده‌های مربوط به پروفیلها و میزان سطح بهم‌خوردگی ۷۱

۳-۳-۱- اثر متقابل سرعت پیشروی در محتوی رطوبتی بر روی مساحت پروفیل‌های ایجادشده توسط کولتیواتورها ۷۳

۳-۳-۲- اثر متقابل وسیله در رطوبت بر روی مساحت پروفیلهای ایجادشده توسط کولتیواتورها..... ۷۴

۳-۳-۳- اثر متقابل نوع وسیله در سرعت پیشروی بر روی مساحت پروفیل‌های ایجادشده ۷۵

۳-۳-۴- اثر متقابل محتوی رطوبتی در عمق کاری بر روی مساحت پروفیل‌های ایجادشده ۷۶

۳-۳-۵- اثر متقابل عمق در سرعت پیشروی بر روی مساحت پروفیل‌های ایجادشده توسط کولتیواتورها.. ۷۶

۳-۳-۶-اثر متقابل وسیله در عمق بر روی مساحت پروفیل‌های ایجادشده توسط کولتیواتورها.....۷۷

۳-۳-۷- اثر متقابل عمق در سرعت پیشروی در نوع وسیله بر روی مساحت پروفیل‌های ایجاد شده توسط کولتیواتورها ۷۸

۳-۳-۸- اثر متقابل محتوی رطوبتی در سرعت پیشروی در عمق کاری بر مساحت پروفیل‌های ایجاد شده۷۹

۳-۳-۹- اثر متقابل محتوی رطوبتی در عمق کاری در نوع وسیله بر مساحت پروفیل‌های ایجاد شده.....۸۰

۳-۳-۱۰- اثر متقابل محتوی رطوبتی در سرعت پیشروی در نوع وسیله بر مساحت پروفیل‌های ایجاد شده ۸۱

۳-۴- پیش‌بینی نیروی مقاوم کششی کولتیواتور باتیغه قلمی به روش شبکه عصبی مصنوعی ۸۲

۳-۵- مقایسه مدل شبکه عصبی مصنوعی با مدل رگرسیونی به‌منظور پیش‌بینی نیروی مقاوم کششی ۸۸

فصل چهارم:

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۴-۱- کلیات ۹۰

۴-۱-۱- مقایسه آماری مقادیر نیروی مقاوم کششی، انرژی موردنیاز و میزان بهم‌خوردگی خاک و مساحت پروفیل‌ها ۹۰

۴-۱-۲- نتایج مربوط به مدل شبکه عصبی مصنوعی ۹۱

منابع ۹۳

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱- دیاگرام آزاد نیروهای وارد از طرف توده خاک بر تیغه خاکورز ۱۳

شکل ۱-۲: دیاگرام آزاد نیرویی وسیلهٔ خاکورز ۱۳

شکل ۱-۳- ساختمان شبکه عصبی ۱۵

شکل ۱-۴- مدل نرون تک ورودی ۱۵

شکل ۱-۵ مدل نرون چند ورودی ۱۶

شکل ۱- ۶- نمونه‌ای از توابع انتقال در شبکه عصبی مصنوعی ۱۷

شکل ۱-۷- شبکه عصبی مصنوعی تک لایه ۱۸

شکل ۱-۸- شبکه عصبی مصنوعی چند لایه ..... **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

شکل ۲-۱: دینامومتر اتصال سه نقطه قابل تنظیم ۳۸

شکل۲-۲: سیستم اندازه‌گیری سرعت واقعی تراکتور (چرخ پنجم) ۳۹

شکل ۲-۳: (الف) کولتیواتور با سرعت پیشروی بالا (ب) کولتیواتور هلالی ۴۰

شکل ۲-۴: سیستم اندازه‌گیری شاخص مخروطی خاک ۴۱

شکل ۲-۵: دیتالاگر مدل *DT800* ۴۳

شکل ۲-۶: نقشه پل وتستون و کانال مرتبط در نرم‌افزار دیتالاگر ۴۴

شکل ۲-۷ پروفیل‌متر مورد استفاده در آزمایشات ۴۴

شکل ۲-۸: (الف) شیارهای ایجاد شده توسط کولتیواتورها و (ب) نمایی از برش خاک توسط کولتیواتور نوع قلمی ۴۶

شکل ۳-۱- اثر متقابل سرعت پیشروی در رطوبت بر روی نیروی مقاوم کششی کولتیواتورها ۵۷

شکل ۳-۲- اثر متقابل سرعت پیشروی در محتوی رطوبتی خاک بر انرژی موردنیاز کولتیواتورها ۵۷

شکل ۳-۳- اثر متقابل نوع وسیله در رطوبت بر نیروی مقاوم کششی کولتیواتورها ۵۸

شکل ۳-۴- اثر متقابل نوع وسیله در محتوی رطوبتی خاک بر انرژی موردنیاز کولتیواتورها ۵۹

شکل ۳-۵- اثر متقابل نوع وسیله در سرعت پیشروی بر نیروی مقاوم کششی کولتیواتور ۶۰

شکل ۳-۶- اثر متقابل نوع وسیله در سرعت پیشروی بر انرژی موردنیاز کولتیواتورها ۶۰

شکل ۳-۷- اثر متقابل محتوی رطوبتی در عمق کاری بر روی نیروی مقاوم کششی کولتیواتورها ۶۱

شکل ۳-۸- اثر متقابل محتوی رطوبتی خاک در عمق کاری بر انرژی موردنیاز کولتیواتورها ۶۱

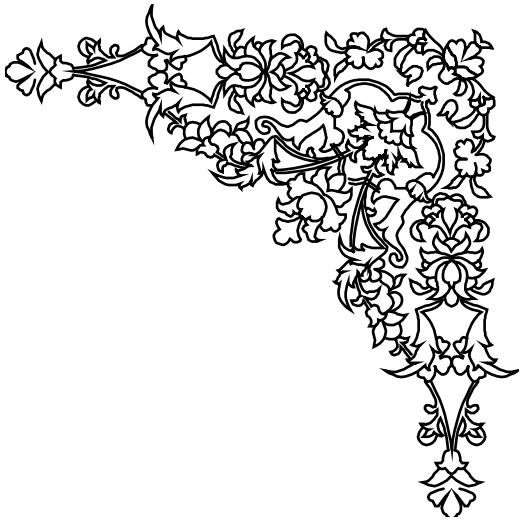
شکل ۳-۹- اثر متقابل عمق کاری در سرعت پیشروی بر نیروی مقاوم کششی کولتیواتورها ۶۳

شکل ۳-۱۰- اثر متقابل عمق کاری در سرعت پیشروی بر انرژی موردنیاز کولتیواتورها ۶۳
شکل ۳-۱۱- اثر متقابل نوع وسیله در عمق کاری بر نیروی مقاوم کششی کولتیواتورها ۶۳
شکل ۳-۱۲- اثر متقابل نوع وسیله در عمق کاری بر انرژی موردنیاز کولتیواتورها ۶۴
شکل ۳-۱۳- نمایی از مقطع پروفیل بدست آمده از کولتیواتور نوع قلمی با ساقه سخت L شکل ۷۳
شکل ۳-۱۴- نمایی از مقطع پروفیل بدست آمده از کولتیواتور با سرعت پیشروی بالا ۷۳
شکل ۳-۱۵- اثر متقابل سرعت پیشروی در محتوی رطوبتی خاک بر روی مساحت پروفیلهای ایجادشده توسط کولتیواتورها ۷۴
شکل ۳-۱۶- اثر متقابل نوع وسیله در محتوی رطوبتی بر مساحت پروفیل‌های ایجادشده ۷۵
شکل ۳-۱۷- اثر متقابل نوع وسیله در سرعت پیشروی بر مساحت پروفیلهای ایجادشده ۷۵
شکل ۳-۱۸- اثر متقابل محتوی رطوبتی در عمق کاری بر روی مساحت پروفیل‌های ایجادشده ۷۶
شکل ۳-۱۹- اثر متقابل عمق کاری در سرعت پیشروی بر روی مساحت پروفیل‌های ایجادشده ۷۷
شکل ۳-۲۰- اثر متقابل وسیله در عمق بر روی مساحت پروفیل‌های ایجادشده توسط کولتیواتورها ۷۸
شکل۳-۲۱- روند تغییرات خطای داده‌های آموزش، ارزیابی و تست ۸۵
شکل ۳-۲۲- نمودارهای عملکرد شبکه گرادیان مزدوج مقیاسی با دو لایه میانی و ۲۴ نرون در لایه اول و ۲۶ نرون در لایه دوم ۸۵
شکل ۳-۲۳- نمودار رگرسیون شبکه با ۲۴ نرون در لایه اول و ۲۶ نرون در لایه دوم ۸۶
شکل ۳-۲۴- نمودار رگرسیون شبکه در مراحل آموزش، ارزیابی، تست و مجموع ۸۷

فهرست جداول

جدول ۱-۱- انواع شبکه عصبی..... ۲۱
جدول ۳-۱- نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به اندازه‌گیری نیروی مقاوم کششی ۵۵
جدول ۳-۲- نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به اندازه‌گیری انرژی موردنیاز ۵۶
جدول ۳-۳- اثر متقابل محتوی رطوبتی خاک در سرعت پیشروی در نوع وسیله بر نیروی مقاوم کششی ۶۵
جدول ۳-۴- اثر متقابل محتوی رطوبتی خاک در سرعت پیشروی در نوع وسیله بر انرژی موردنیاز کولتیواتورها ۶۶
جدول ۳-۵- اثر متقابل محتوی رطوبتی خاک در عمق کاری در نوع وسیله بر نیروی مقاوم کششی ۶۷
جدول ۳-۶- اثر متقابل محتوی رطوبتی خاک در عمق کاری در نوع وسیله بر انرژی موردنیاز ۶۷
جدول ۳-۷- اثر متقابل محتوی رطوبتی در عمق کاری در سرعت پیشروی بر نیروی مقاوم کششی. ۶۸
جدول ۳-۸- اثر متقابل محتوی رطوبتی در عمق کاری در سرعت پیشروی بر انرژی موردنیاز..... ۶۹
جدول ۳-۹- اثر متقابل عمق کاری در سرعت پیشروی در نوع وسیله بر نیروی مقاوم کششی..... ۷۰
جدول ۳-۱۰- اثر متقابل عمق کاری در سرعت پیشروی در نوع وسیله بر انرژی موردنیاز..... ۷۱
جدول ۳-۱۱- نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به اندازه‌گیری میزان سطح بهم‌خوردگی پروفیل‌ها ۷۲
جدول ۳-۱۲- اثر متقابل عمق کاری در سرعت پیشروی در نوع وسیله بر مساحت پروفیل‌های ایجاد شده..... ۷۹
جدول ۳-۱۳- اثر متقابل محتوی رطوبتی در سرعت پیشروی در عمق کاری بر مساحت پروفیل‌های ایجاد شده..... ۸۰
جدول ۳-۱۴- اثر متقابل محتوی رطوبتی در سرعت پیشروی در نوع وسیله بر مساحت پروفیل‌های ایجاد شده..... ۸۰
جدول ۳-۱۵- اثر متقابل محتوی رطوبتی در سرعت پیشروی در نوع وسیله بر مساحت پروفیل‌های ایجاد شده توسط کولتیواتورها ۸۱
جدول۳-۱۶ شاخص‌های کمی ارزیابی شبکه‌های ساخته شده با استفاده از الگوریتم آموزشی لونبرگ-مارکوات ۸۳
جدول ۳-۱۷- شاخص‌های کمی ارزیابی شبکه‌های ساخته شده با استفاده از الگوریتم گرادیان نزولی با مومنتوم ۸۳

جدول ۳-۱۸- شاخص‌های کمی ارزیابی شبکه‌های ساخته شده با استفاده ازالگوریتم گرادیان مزدوج مقیاسی ۸۴
جدول ۳-۱۹- شبکه‌های طرح شده با استفاده از سه الگوریتم آموزشی با تعداد بهینه نرون در لایه مخفی ۸۷



فصل اول

مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته