

تحلیل توزیع تنش و کرنش در انواع مختلف زیرشکن با استفاده از نرم افزار آنسیس

حسن مسعودی^{۱*} و محمد اسماعیل خراسانی فردوانی^۱

۱- استادیار گروه مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه شهید چمران اهواز،

hmasoudi@scu.ac.ir

چکیده

تنش های ایجاد شده بر روی ابزارهای خاکورزی در طی عملیات کشاورزی به دلیل نوع بارگذاری و شکل هندسی مرکب ابزارها پیچیده هستند. نوع، مقدار و جهت این تنش ها بطور کامل شناخته شده نیستند. اصلاح و بهبود طرح یک ابزار برای استحکام مناسب به اطلاعات کافی درباره نحوه توزیع تنش بر روی سطح ابزار نیاز دارد. در این تحقیق روش اجزاء محدود و نرم افزار آنسیس برای تحلیل توزیع تنش و کرنش بر روی سطح چهار مدل هندسی مختلف زیرشکن استفاده شد. تحلیل ها در حالت استاتیکی، خطی و سه بعدی انجام شدند. زیرشکن های مورد بررسی L شکل و شامل دو قسمت تیغه و ساقه با زوایای مختلف بودند. کوچکترین زاویه تیغه برابر با ۱۵ درجه برای زیرشکن های S3 و S4 بطور قابل ملاحظه ای مقادیر تنش ها را در این دو قسمت کاهش داد، در حالیکه کوچکترین زاویه نفوذ ساقه برابر با ۷۵ درجه برای زیرشکن S4 به کاهش بیشتر مقادیر تنش در لبه های اتصال بیرونی کمک نمود. تحلیل های اجزاء محدود با نرم افزار آنسیس نشان دادند که ترکیب مناسبی از دو قسمت زیرشکن، کاهش محسوسی را در مقدار نیروی کششی زیرشکن S4 (که شامل تیغه ای با زاویه ۱۵ درجه و ساقه ای با زاویه نفوذ ۷۵ درجه می باشد) ایجاد می نماید.

واژه های کلیدی: تحلیل اجزاء محدود، تنش، زیرشکن، کرنش، نرم افزار آنسیس.

مقدمه

زیرشکن جزء آن دسته از ادوات کشاورزی است که بیشترین مقدار انرژی را در هنگام کارهای کشاورزی مصرف می کند. از آنجائیکه عرض کار یک بازوی زیرشکن بطور معمول کم می باشد (در حدود ۳۰ سانتی متر) ، لذا کاهش نیروی کششی حتی به مقدار ناچیز می تواند در سطح وسیع تاثیر قابل ملاحظه ای بر روی مصرف سوخت و زمان انجام عملیات داشته باشد. عوامل زیادی بر مقدار مصرف انرژی توسط زیرشکن تاثیر دارند که از آن جمله می توان به شکل هندسی زیرشکن اشاره کرد. با تغییر زوایای تیغه و ساقه می توان مقدار نیروی کششی و در نتیجه مصرف انرژی را تغییر داد. بنابراین پیدا کردن بهترین ترکیب برای زوایا و شکل هندسی زیرشکن بسیار مهم می باشد (اسحق بیگی، ۱۳۸۱).



روش اجزاء محدود^۱ (FEM) یک روال عددی است که می‌تواند برای تعیین جواب بسیاری از مسائل مهندسی به کار رود. مسائل پایدار^۲، گذرا^۳، خطی و غیرخطی زیادی در تحلیل تنش‌ها، انتقال حرارت، جریان سیال و یا الکترومغناطیس می‌توانند با روش اجزاء محدود بررسی شوند (رائو، ۱۹۹۷). آنسیس^۴ یک نرم افزار فراگیر و چندمنظوره برای روش اجزاء محدود می‌باشد، که قادر است تحلیل‌هایی در زمینه‌های دینامیک، استاتیک، انتقال حرارت، جریان سیالات و الکترومغناطیس ارائه دهد. برای استفاده آگاهانه از آنسیس یا هر برنامه دیگر تحلیل اجزاء محدود، لازم است که مفاهیم اصلی و محدودیت‌های روش اجزاء محدود مشخص شود (معاونی، ۲۰۰۲). مقالات زیادی تحلیل FEM خاکورزی را توسط ادوات خاکورزی واقعی انجام داده‌اند. اکثر مطالعات FEM در بدنه خاک همگن انجام شده‌اند، اما خاک‌های کشاورزی در واقع موادی ناهمگن می‌باشند که اغلب تغییر ساختار غیر یکسان قابل ملاحظه‌ای را از خود نشان می‌دهند. به دلیل این تغییر، مطالعات دقیق و جزئی روابط ابزار- خاک تنها در مخازن خاک و وقتی که ساختار خاک استاندارد شده و شرایط خاک قابل کنترل هستند، انجام پذیر است (Mouazen and Nemenyi, 1999a; Mollazade et al. 2010).

در ایران مردانی و همکاران (۱۳۸۱) به شبیه‌سازی و تحلیل مکانیکی یک گاوآهن برگرداننده به روش اجزاء محدود با استفاده از نرم افزار آنسیس پرداختند. ایشان پس از ساختن مدل سه بعدی یک خیش مشتمل بر تیغه، صفحه برگردان، کفش، ساقه و اتصالات با اعمال شرایط مرزی مقتضی به بارگذاری آن پرداختند. بارگذاری مدل را برای حالت پیشینه بارهای ممکنه، پیش‌بینی و اعمال نموده و تحلیل‌های مکانیکی مدل را نیز در دو حالت خطی و غیرخطی انجام دادند. احمدی مقدم (۱۳۸۲) تاثیر پارامترهای هندسی زیرشکن بر مقدار ساییدگی، نیروی کششی و مقاومت بازوهای آن را بررسی نمودند. اسحاق بیگی و همکاران (۱۳۸۳) مقاومت کششی زیرشکن تیغه مورب را توسط مدل‌های تحلیلی پیش‌بینی نمودند. عباسپور گیلانده و همکاران (۱۳۹۱) مدل پیش‌بینی نیروی مقاوم کششی و انرژی موردنیاز عملیات زیرشکنی با استفاده از مدل فازی در خاک شنی لومی را ارائه نمودند. حاجی مامندی و همکاران (۱۳۹۱) تیغه‌های پاراپلو و معمولی را با استفاده از روش المان گسسته (DEM) شبیه‌سازی نموده و اثر وجود پره بر روی نیروی مقاوم کششی را بررسی کردند. شاهقلی و همکاران (۱۳۹۱) عملکرد تیغه زیرشکن کج ساق و پاراپلو در مقایسه با یک تیغه مرسوم را ارزیابی نمودند. قاسمی و همکاران (۱۳۹۱) اثر عمق و زاویه حمله ابزار خاک ورز باریک بر مقدار نیرو و نحوه گسیختگی خاک را با استفاده از روش اجزاء محدود سه بعدی بررسی نمودند. در تحقیق دیگری تحلیل دینامیکی برای انتخاب بهترین شکل زیرشکن با استفاده از نرم افزار آنسیس صورت گرفت و نتایج نشان داد که زیرشکن C شکل بیشترین ضریب اطمینان را در برابر خستگی دارد (Mollazade et al. 2010).

¹ Finite Element Method (FEM)

² Steady State

³ Transient

⁴ ANSYS

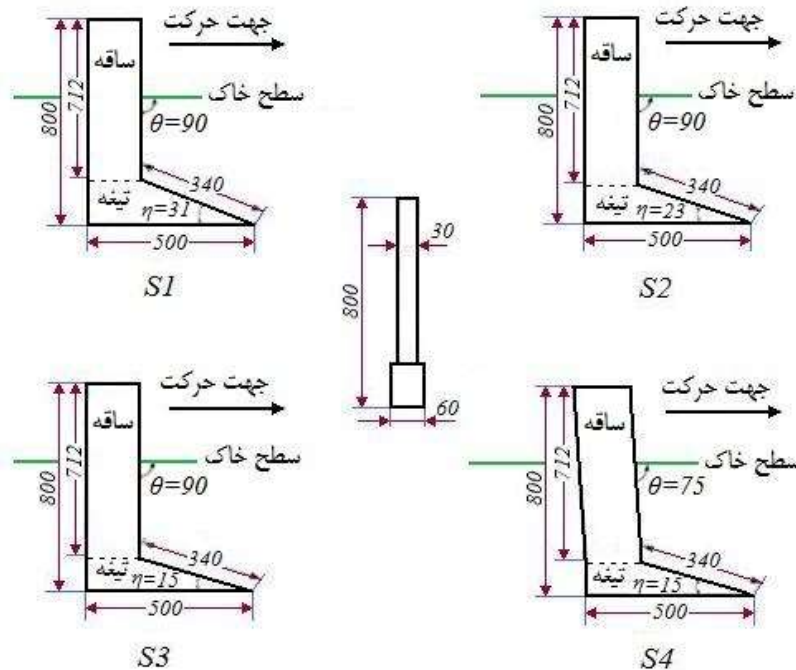


هدف از این تحقیق تعیین تنش و کرنش ایجاد شده در نقاط مختلف زیرشکن با شکل های هندسی مختلف در حین کار در شرایط خاک مشخص با استفاده از تحلیل اجزاء محدود به کمک نرم افزار آنسیس است تا بهترین زاویه برای ساقه و تیغه زیرشکن های انتخابی جهت کار در آن شرایط خاک مشخص شود.

مواد و روش ها

مشخصات زیرشکن های مورد مطالعه :

برای تحلیل توزیع تنش و کرنش ترکیبات مختلفی از زوایای تیغه و ساقه زیرشکن را می توان انتخاب نمود. در این تحقیق مدل های هندسی شکل ۱ برای زیرشکن در نظر گرفته شدند که مقادیر زوایای آنها در جدول ۱ آمده است. جنس تمامی این زیرشکن ها یکسان و از فولاد سخت کاری شده با ضریب کشسانی ۲۰۰ گیگاپاسکال و نسبت پواسون ۰/۲۹ فرض شد (Mouazen and Nemenyi, 1999a).



شکل ۱. شکل هندسی زیرشکن های مورد مطالعه (ابعاد برحسب میلیمتر و زوایا برحسب درجه هستند).

نوع خاک مدنظر :

در این تحقیق بدنه خاک همگن و متراکم با بافت مشخص لوم شنی فرض شد. مشخصه های فیزیکی ذرات خاک در جدول ۲ داده شده اند. نیروی چسبندگی فلز- خاک را می توان نادیده گرفت، زیرا مقدار آن در شرایط خشک نسبتاً کوچک است (Mouazen and Nemenyi, 1999a).



جدول ۱. مقادیر زوایای زیرشکن های مورد مطالعه

نوع زیرشکن	نوع ساقه	زاویه تمایل ساقه (درجه)	زاویه نفوذ تیغه (درجه)
S1	عمودی	۹۰	۳۱
S2	عمودی	۹۰	۲۳
S3	عمودی	۹۰	۱۵
S4	مورب	۷۵	۱۵

جدول ۲. مشخصات ذرات خاک فرض شده برای انجام تحلیل زیرشکن ها

مقدار	واحد	مشخصه
بافت خاک : لوم شنی		
۶۸/۲	%	شن
۱۸/۴	%	سیلت
۱۳/۴	%	رس
مشخصه های مکانیکی خاک		
۱۷۳۱	Kg/m ³	جرم مخصوص ظاهری تر
۱۴/۵	%	میزان رطوبت برپایه خشک
۱۵/۵	KPa	چسبندگی
۳۱/۸	Deg.	زاویه اصطکاک داخلی
۰/۳۵۹	-	نسبت پواسون
۸۰۶۷	KPa	ضریب کشسانی
مشخصه های مکانیکی فلز- خاک		
۲۳	Deg.	زاویه اصطکاک خارجی فلز- خاک
۰	KPa	نیروی پیوستگی ذرات خاک با فلز

نیروی کششی موردنیاز زیرشکن ها :

برای اعمال نیروهای کششی موردنیاز هر یک از زیرشکن ها از مقادیر اندازه گیری شده توسط موازن و نمئی (۱۹۹۹)

که در جدول ۳ داده شده اند، استفاده شد. دیده می شود که زیرشکن S4 کمترین مقدار نیروی کششی را لازم دارد. دلیل این امر را

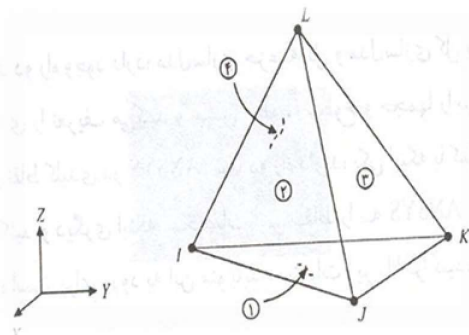
اینگونه می توان توضیح داد که با کاهش زوایای تیغه و ساقه زیرشکن، نیروهای برشی و به سمت بالای وارد بر خاک افزایش می یابد و هرچه مقدار این نیروها نسبت به نیروهای طولی افزایش یابد، گسیختگی و خردشدن خاک راحت تر انجام می گیرد (Mouazen and Nemenyi, 1999a). از آنجائیکه طبق نتایج مؤازن و نمئی (۱۹۹۹) برای زیرشکن S2 میزان تاثیر تیغه و ساقه بر نیروی کشش کل زیرشکن به ترتیب ۶۰ و ۴۰ درصد می باشد، در این تحقیق نیز همین نسبت برای تعیین نیروی کشش هر یک از اجزاء زیرشکن ها استفاده شد.

جدول ۳. نیروی کششی موردنیاز هر یک از زیرشکن ها (Mouazen and Nemenyi, 1999a)

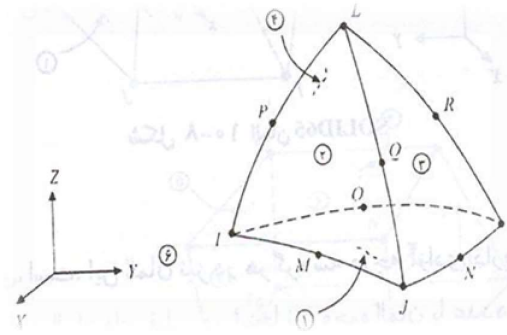
نوع زیرشکن	نیروی کشش کل موردنیاز (KN)	نیروی کشش تیغه (KN)	نیروی کشش ساقه (KN)
S1	۱۳/۶۷۵	۸/۲۰۵	۵/۴۷
S2	۱۲/۳۶۱	۷/۴۱۶۶	۴/۹۴۴۴
S3	۱۱/۷۹۸	۷/۰۷۸۸	۴/۷۱۹۲
S4	۱۱/۲۰۰	۶/۷۲	۴/۴۸

نوع المان انتخابی :

جهت انجام تحلیل در محیط آنسیس از المان SOLID92 که المانی سه بعدی چهار وجهی با ده گره است، استفاده شد. این المان در حقیقت درجه بالاتری از المان سه بعدی چهار وجهی چهار گره ای (SOLID72) بوده و دقت بیشتری نسبت به آن بخصوص در مسائلی که دارای مرزهای منحنی می باشند، دارد. ولی زمان مورد نیاز برای حل مساله را افزایش می دهد. در هر گره این المان سه درجه آزادی- تغییر مکان در جهات X, Y, Z سیستم مختصات گره ها - وجود دارد (شکل ۲). از این المان معمولاً در مسائلی که با تغییر شکل های زیاد، کرنش های بزرگ پلاستیسیته و خیز سروکار دارند، استفاده می شود (معاونی، ۲۰۰۲).



الف) المان SOLID72



ب) المان SOLID92

شکل ۲. المان استفاده شده برای تحلیل اجزاء محدود زیرشکن در محیط نرم افزار آنسیس



شرایط مرزی :

مروری بر تحقیقات دیگران دشوار بودن تعیین مقدار و نحوه توزیع بار بر روی تیغه زیرشکن را نشان می دهد، چراکه از طرفی مقدار این بارها بر روی سطح تیغه توزیع ثابتی ندارد و از طرف دیگر تغییرات بار در هر نقطه از تیغه هم تابع پارامترهای وابسته به زمان از قبیل سرعت و شتاب ابزار می باشد. چون نحوه توزیع بار بر روی تیغه و ساقه زیرشکن ها مشخص نیست، لذا توزیع بارها به صورت یکنواخت فرض شده و با اعمال این بارها بر روی تیغه و ساقه در مدل هندسی طراحی شده در محیط آنسیس، مقادیر تنش و کرنش در تمام نقاط زیرشکن ها بدست آمد. فرض شد که زیرشکن ها اجسامی صلب می باشند و مقادیر ضریب کشسانی آنها خیلی بیشتر از ذرات خاک است. این زیرشکن ها از قسمت فوقانی ساقه خود به شاسی متصل بوده و در این ناحیه از هرگونه حرکت انتقالی یا دورانی در تمام جهات محدود شده اند.

مدلسازی و تحلیل در محیط آنسیس :

در آنسیس پیش پردازنده (PREP1) شامل دستوراتی است که برای ایجاد یک مدل اجزاء محدود مورد نیازند و عبارتند از:

۱- تعریف نوع المان و انتخاب های مختلف آن

۲- تعریف مقادیر ثابت مربوط به المان (اگر برای آن نوع المان، این داده ها لازم باشند)

۳- تعریف خواص مواد سازنده المان

۴- ایجاد هندسه مدل

۵- کنترل مش بندی مدل

۶- مش بندی مدل ایجادشده

مرحله بعدی در مدلسازی اجزاء محدود در محیط نرم افزار آنسیس، اعمال شرایط مرزی مناسب و بارگذاری موردنظر می باشد. دو راه برای این کار وجود دارد :

۱. اعمال بارهای خارجی و شرایط مرزی به مدل (نقاط کلیدی، خطوط و یا سطوح آن)

۲. اعمال این شرایط به گره ها و المان های مدل

روش اول بهتر است، چون اگر مجبور شویم مش بندی مدل را اصلاح کنیم، نیازی به اعمال دوباره شرایط مرزی و بارهای خارجی نیست. در صورت اعمال شرایط به نقاط کلیدی، خطوط یا سطوح مدل، آنسیس بطور خودکار آنها را به گره ها و المان ها منتقل می کند. پس از ایجاد مدل و اعمال شرایط مرزی و بارهای خارجی به آن، باید دستگاه معادلاتی را که حاصل شده است، حل نمود.

در آنسیس دو پردازشگر تکمیلی برای مرور نتایج بدست آمده وجود دارند: (۱) POST1 و (۲) POST26. پردازشگر تکمیلی POST1 شامل دستوراتی است که امکان فهرست کردن نتایج تحلیل بصورت جدول و نمایش نتایج (نمایش تغییر شکل یافته مدل، تحت بارهای خارجی و نمایش کانتورهای مختلف، تخمین خطا و غیره) را فراهم می سازد:



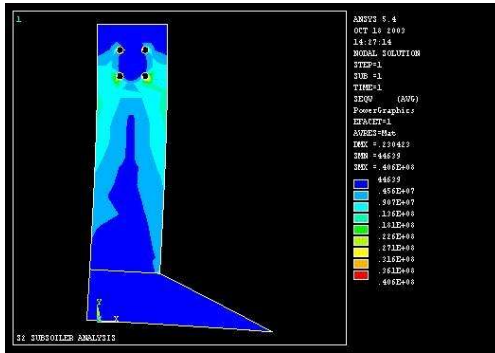
در این تحقیق فرضیات زیر برای مدلسازی FEM برش خاک لوم شنی بوسیله زیرشکن در نظر گرفته شد:

۱. تحلیل استاتیکی مسئله و نادیده گرفتن تاثیرات دینامیکی
۲. ناچیزی تاثیر سرعت
۳. محدودیت زوایا و عرض های برش هر دو قسمت زیرشکن
۴. بافت خاک مشخص (لوم شنی)
۵. پیوستگی ناچیز ذرات خاک و زیرشکن
۶. بدنه خاک همگن با پارامترهای مشخص
۷. عمق کار ثابت برابر با ۳۷ سانتی متر برای تمام زیرشکن ها
۸. برای اعمال بار ، با داشتن مقادیر نیروهای کششی تیغه و ساقه هر زیر شکن و ابعاد آنها (جدول ۳ و شکل ۱)، مقدار فشار عمودی وارد بر تیغه و ساقه محاسبه گردید. سپس این مقادیر فشار بصورت یک بار گسترده بر سطح فوقانی تیغه و سطح جلویی ساقه زیرشکن اعمال شد.

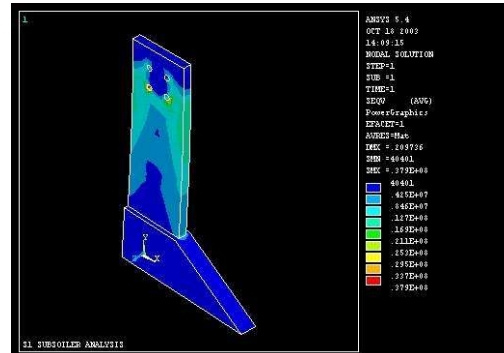
نتایج و بحث

نحوه توزیع تنش بر روی سطح زیرشکن ها :

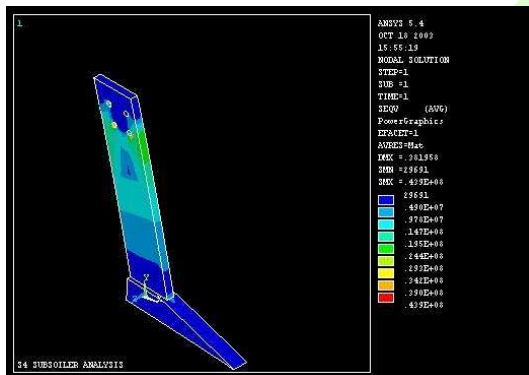
شکل ۳ خروجی نرم افزار آنسیس و نحوه توزیع تنش در قسمت های مختلف زیرشکن های مورد مطالعه را نشان می دهد. در این تحلیل توزیع تنش بر روی سطح زیرشکن از نیروی برآیند وارد بر روی المان های سطح مشترک ارزیابی شد. برآورد توزیع تنش نرمال و برشی برای هر چهار نوع زیرشکن انجام شد. توزیع تنش نرمال بر اساس نیروهای نرمال خروجی از المان های فصل مشترک محاسبه شد، در حالیکه توزیع تنش برشی بر اساس نیروهای مماسی خروجی از المان های سطح مشترک محاسبه شد. نحوه توزیع تنش فون میسز بر روی هر چهار زیرشکن استخراج شد (شکل ۳). تنش های نرمال بزرگ در طول لبه های برش کناری هر دو قسمت زیرشکن ها، در نقاط اتصال بیرونی بین تیغه و ساقه و در گوشه پائینی تیغه رخ دادند. در روی سطح تیغه، تنش نرمال با عمق افزایش یافت. موقعیت های تمرکز تنش و تنش حداکثر به زاویه نفوذ ساقه و زاویه تیغه بستگی دارد. در مجموع، مقدار کانتورهای تنش در سطح ساقه با کاهش زاویه تیغه افزایش یافت. در مقایسه، مقدار تنش در سطح تیغه با زاویه تیغه افزایش یافت. علاوه بر این، همانگونه که در جدول ۴ دیده می شود، در تحقیق موازن و نمئی (۱۹۹۹) نیز تنش محاسبه شده در نقاط اتصال بیرونی و گوشه های پائینی تیغه با زاویه تیغه افزایش یافت. بنابراین، مقادیر بزرگترین تنش ها برای زیرشکن S1 در این دو ناحیه دیده می شوند. در حالیکه تنش حداقل محاسبه شده در نقاط اتصال بیرونی برای زیرشکن S4 می باشد.



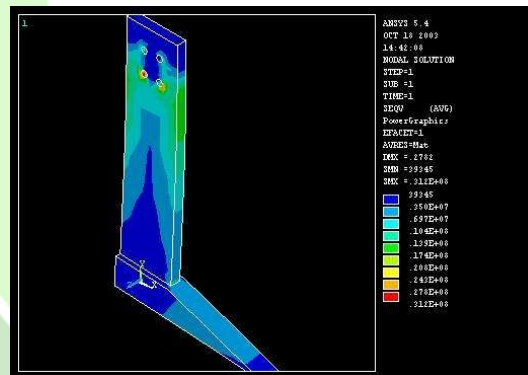
ب) زیرشکن S2



الف) زیرشکن S1



د) زیرشکن S4



ج) زیرشکن S3

شکل ۳. کانتورهای تنش فون میسز برای زیرشکن های مورد مطالعه

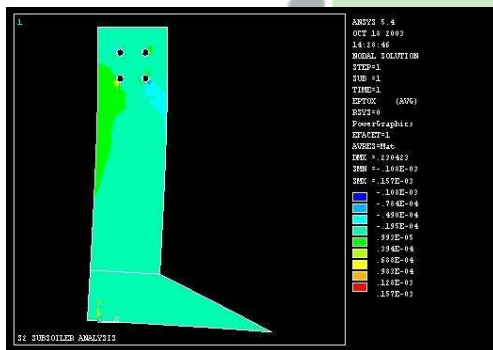
تنش حداقل محاسبه شده در گوشه های پائینی تیغه برای زیرشکن S3 است. برای تمام انواع زیرشکن ها تنش زیادتری در نقاط اتصال بیرونی بین تیغه و ساقه نسبت به گوشه های پائینی تیغه رخ داد. مقایسه ای بین زیرشکن های S3 و S4 نشان می دهد که ساقه مورب زیرشکن S4 باعث کاهش قابل توجهی در مقدار تنش نقاط اتصال بیرونی تا حدود ۷۵ کیلوپاسکال و یک افزایش جزئی در گوشه های پائینی تیغه تا حدود ۲۳ کیلو پاسکال می گردد.

جدول ۴. مقدار تنش نرمال در گوشه های پائینی تیغه و محل اتصال ساقه و تیغه (Mouazen and Nemenyi, 1999a)

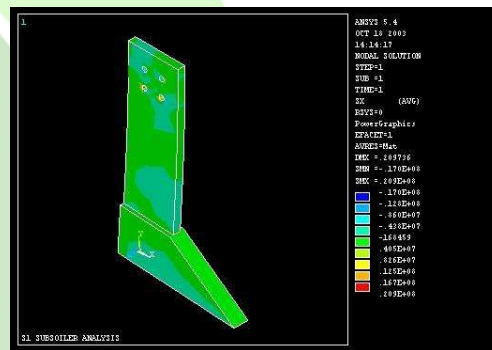
مقدار تنش نرمال (KPa)		
محل اتصال ساقه و تیغه	گوشه های پائینی تیغه	نوع زیر شکن
۷۶۷/۱۲	۶۸۸/۵۷	S1
۵۲۵/۱۵	۴۲۹/۱۵	S2
۴۶۸/۰۹	۲۸۲/۳۶	S3
۳۹۳/۰۷	۳۰۵/۹۸	S4

نحوه توزیع کرنش بر روی سطح زیرشکن ها :

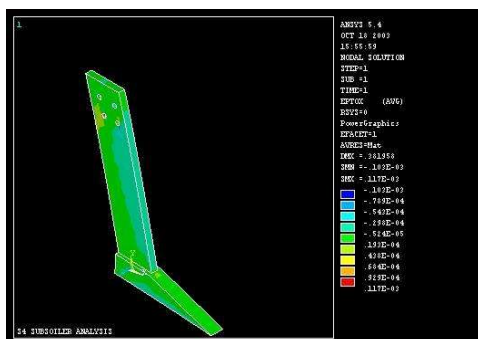
شکل ۴ خروجی نرم افزار آنسیس و کرنش های ایجاد شده در راستای X در زیرشکن های مورد مطالعه را نشان می دهد. میزان کرنش (سائیدگی) نه تنها به سرعت ابزار بلکه به فشار یا تنش ایجاد شده بر روی ادوات خاکورزی نیز وابسته است. وقتی که تنش بزرگ بر روی یک قسمت مشخص از ادوات خاکورزی متمرکز می گردد، بیانگر آن است که این قسمت دچار سائیدگی بزرگی خواهد شد. تنش بزرگتر، باعث سائیدگی و اصطکاک بیشتری می گردد. لذا گوشه های پائینی و نقاط اتصال بیرونی تمام زیرشکن ها دچار کرنش قابل ملاحظه ای خواهند شد و بیشترین کرنش برای زیرشکن S1 انتظار می رود. به هر حال، کوچکترین زاویه تیغه برابر با ۱۵ درجه برای زیرشکن های S3 و S4 مقدار کرنش را در این دو قسمت کاهش می دهد، درحالیکه زاویه تمایل کوچکتر ساقه برابر با ۷۵ درجه در زیرشکن S4 به کاهش مقدار کرنش در نقاط اتصال بیرونی بیشتر کمک می کند. بنابراین، یک طرح زیرشکن شامل یک ساقه انحنادار یا راست با زاویه ۷۵ درجه و یک تیغه با زاویه ۱۵ درجه، می تواند ارائه شود، بگونه ای که کاهش در تنش ایجاد شده در نقاط اتصال بیرونی و گوشه های پائینی تیغه می تواند حاصل شود. بر اساس این واقعیت که زیرشکن S4 کمترین انرژی را مصرف و یک خاک سست با کیفیت خوب ایجاد می کند، نقاط اتصال بیرونی هر دو قسمت آن کمترین اصطکاک و کرنش را دارا می باشند.



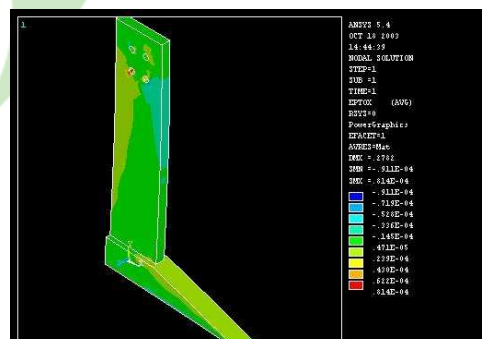
(ب) زیرشکن S2



(الف) زیرشکن S1



(د) زیرشکن S4



(ج) زیرشکن S3

شکل ۴. کانتورهای کرنش در جهت X برای زیرشکن های مختلف



نتیجه گیری

۱. روش اجزاء محدود و نرم افزار آنسیس برای تحلیل توزیع تنش و کرنش در ادوات مختلف خاکوری ابزار توانائی است.
۲. کوچکترین زاویه تیغه برابر با ۱۵ درجه برای زیرشکن های S3 و S4 بطور قابل ملاحظه ای مقادیر تنش ها را در این دو قسمت کاهش داد، درحالیکه کوچکترین زاویه نفوذ ساقه برابر با ۷۵ درجه برای زیرشکن S4 به کاهش بیشتر مقادیر تنش در لبه های اتصال بیرونی کمک می کند.
۳. ترکیب مناسبی از دو قسمت زیرشکن، کاهش محسوسی را در مقدار نیروی کششی زیرشکن S4 که شامل تیغه ای با زاویه ۱۵ درجه و ساقه ای با زاویه نفوذ ۷۵ درجه می باشد، ایجاد می کند. لذا از بین زیرشکن های مورد بررسی بهترین انتخاب، زیرشکن S4 می باشد.
۴. در تمام انواع زیرشکن های مورد مطالعه، تمرکز تنش های نرمال در لبه اتصال کناری بین دو قسمت زیرشکن و گوشه های پائینی تیغه اتفاق افتاد. این مطلب نشان می دهد که موقع ساخت، این قسمت ها باید در برابر سایش و تغییرشکل بهتر محافظت شوند.

منابع

۱. احمدی مقدم، پ. ۱۳۸۲. تاثیر پارامترهای هندسی زیرشکن بر مقدار ساییدگی، نیروی کششی و مقاومت بازوهای آن. اولین کنفرانس دانشجویی مهندسی ماشین‌های کشاورزی ایران. ۱۸ و ۱۹ اردیبهشت ۱۳۸۲. دانشگاه ارومیه.
۲. اسحق بیگی، ع. ۱۳۸۱. طراحی، ساخت و ارزیابی زیرشکن کج ساق، مقایسه مدل‌های ریاضی و ارائه یک مدل جدید برای نیروهای برشی خاک. رساله دکتری در رشته مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
۳. اسحاق بیگی، ع.، طباطبایی فر، ا.، رثوفت، م.ح.، و کیهانی، ع. ۱۳۸۳. پیش بینی مقاومت کششی زیرشکن تیغه مورب توسط مدل‌های تحلیلی. سومین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران. ۱۰ الی ۱۲ شهریور ۱۳۸۳. دانشگاه شهید باهنر کرمان.
۴. حاجی مامندی، س.، شاهقلی، غ.، و عباسپور گیلانده، ی. ۱۳۹۱. شبیه سازی تیغه های پاراپلو و معمولی و بررسی اثر وجود پره بر روی نیروی مقاوم کششی با استفاده از روش المان گسسته (DEM). هفتمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. ۱۴ تا ۱۶ شهریور ۱۳۹۱. دانشگاه شیراز.
۵. راثو، اس. اس. ۱۹۹۷. روش اجزاء محدود در مهندسی. ترجمه: دکتر غلامحسین مجذوبی و مهندس فرزاد فریبا. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا. چاپ اول، پائیز ۱۳۷۶، همدان.
۶. شاهقلی، غ.، میارعباس کیانی، س.، و عباسپور گیلانده، ی. ۱۳۹۱. ارزیابی عملکرد تیغه زیرشکن کج ساق و پاراپلو در مقایسه با یک تیغه مرسوم. هفتمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. ۱۴ تا ۱۶ شهریور ۱۳۹۱. دانشگاه شیراز.
۷. عباسپور گیلانده، ی.، صدقی، ر.، و نوشیار، م. ۱۳۹۱. ارائه مدل پیش بینی نیروی مقاوم کششی و انرژی موردنیاز عملیات زیرشکنی با استفاده از مدل فازی در خاک شنی لومی. هفتمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. ۱۴ تا ۱۶ شهریور ۱۳۹۱. دانشگاه شیراز.
۸. قاسمی، ع.، مهدینیا، ج.، همت، ع.، و نادری، م. ۱۳۹۱. بررسی اثر عمق و زاویه حمله ابزار خاک ورز باریک بر مقدار نیرو و نحوه گسیختگی خاک با استفاده از روش اجزاء محدود سه بعدی. هفتمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. ۱۴ تا ۱۶ شهریور ۱۳۹۱. دانشگاه شیراز.



۹. مردانی، ع.، کماریزاده، س.م.ج.، و مدرس مطلق، ا. ۱۳۸۱. کاربرد روش المان محدود (FEM) و شبیه سازی کامپیوتری توسط ANSYS در آنالیز مکانیکی ساقه یک گاواهن برگردان دار. دومین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون. ۸ و ۹ آبان ۱۳۸۱. کرج.

۱۰. معاونی، س. ۲۰۰۲. راهنمای سریع ویژوال آنسیس. ترجمه: مهدی محبی و روزبه پناهی. انتشارات ناقوس. چاپ اول، بهار ۱۳۸۱، تهران.

11. Mollazade, K., A. Jafari, and E. Ebrahimi. 2010. Application of Dynamical Analysis to Choose Best Subsoiler's Shape using ANSYS. New York Science Journal, 3(3): 93-100.
12. Mouazen A.M., and M. Nemenyi. 1999a. Tillage tool design by the finite element method: part1. Finite Element Modeling of Soil Plastic Behavior. Journal of Agricultural Engineering Research, 72(1): 37-51.
13. Mouazen A.M., and M. Nemenyi. 1999b. Tillage tool design by the finite element method: Part 2. Experimental Validation of the Finite Element Results with Soil Bin Test. Journal of Agricultural Engineering Research, 72(1): 53-58.



Analysis of Stress and Strain on Different Subsoilers Using ANSYS Software

Hassan Masoudi^{1*} and Mohammad Ismail Khorasani Ferdavani¹

1- Assistant Professor, Department of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization, Shahid Chamran University of Ahvaz, hmasoudi@scu.ac.ir

Abstract

Stresses generated on tillage tools during agricultural operations are complex due to different loading and composite geometry of them. Type, amount and direction of these stresses are not fully known. Improving the design of a tool for appropriate strength needs enough information about the stress distribution on the tool. In this research, finite element analysis (FEA) and ANSYS software were used for stress and strain distribution analysis on the surface of four different shape of subsoiler. Analyses were performed in static, linear and three-dimensional form. Selected subsoilers were S-shaped and include two parts (blade and shank) with various angles. Smallest angle of blade (15 degree) for S3 and S4 subsoilers considerably reduced stress values in these two parts, while the smallest angle of shank (75 degree) for S4 subsoiler helped to further decrease of stress on the external connecting edges. Finite element analysis by ANSYS software showed that an appropriate composition of two subsoiler parts (shank and blade) cause significant reduction in the amount of S4 subsoiler draft force (which has a blade with 15 degree angle and a shank with 75 degree angle).

Keywords: Finite Element Analysis, Stress, Subsoiler, Strain, ANSYS Software.