

## تأثیر سیستم بدون خاک‌ورزی بر برخی شاخص‌های مهم تولید پایدار محصول ذرت علوفه‌ای

### چکیده

خاک‌ورزی مرسوم باعث افزایش فشردگی و کاهش خلل و فرج و ظرفیت آبی شده و افزایش فرسایش آبی و بادی خاک می‌گردد. برای جلوگیری از چنین وضعیتی در بسیاری از کشورهای دنیا خاک‌ورزی حفاظتی به عنوان یک راهکار موثر مورد توجه قرار گرفته است. در شرکت کشت و صنعت و دامپروری مغان نیز سالانه زمان و هزینه زیادی صرف انجام خاک‌ورزی مرسوم برای تولید محصول ذرت علوفه‌ای کشت دوم (بعنوان یکی از محصول اصلی این شرکت) می‌گردد. به منظور دستیابی به اهداف این پژوهش آزمایش به صورت فاکتوریل برپایه طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور روش خاک‌ورزی (خاک‌ورزی مرسوم و نوتیلج) و روش آبیاری (آبیاری جوی و پشته و آبیاری بارانی) در سه تکرار انجام شد. نتایج تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نشان داد عملکرد محصول (۱۵ درصد)، متوسط میزان سوخت مصرفی، تردد ماشین‌آلات، متوسط میزان آب مصرفی و بهره‌وری انرژی سوخت مصرفی در روش نوتیلج به شکل معنی‌داری بهتر از روش خاک‌ورزی مرسوم می‌باشد. همچنین نتایج با استفاده از نرم‌افزار MCDM Engine مورد ارزیابی مجدد قرار گرفت و سیستم بی‌خاک‌ورزی به روش آبیاری بارانی به عنوان بهترین روش خاک‌ورزی انتخاب گردید. این بدین معنی است که روش بی‌خاک‌ورزی با آبیاری بارانی می‌تواند روشی مناسب برای تولید پایدار محصول ذرت علوفه‌ای کشت دوم در شرکت مغان و منطقه مورد استفاده قرار گیرد.

**کلید واژه‌ها:** انرژی، خاک‌ورزی حفاظتی، ذرت علوفه‌ای، کشاورزی پایدار و ماتریس تصمیم‌گیری چند معیاره

### The effect of no-tillage systems on some important indicators Silage corn production

#### Abstract:

Conventional tillage increases soil compaction and 25% water and wind erosion. It also causes decrease of soil porosity and water capacity. To prevent this situation; in many countries conservational tillage is considered as an effective strategy. Conservational tillage have important role to minimize soil erosion and improve its quality. Every year Moghan Agro-Industrial & Livestock (MAIL) Company costs a lot to do conventional tillage. In order to achieve the objectives of this study an experiment was conducted in factorial pattern with completely randomized design with two factors: 1-tillage method (Conventional tillage & No-tillage) and 2-irrigation method (traditional irrigation & Sprinkler irrigation). Results showed that product yield, average fuel consumption, traffic, water consumption and fuel consumption productivity index in No-tillage method is better than conventional tillage. Also, the results of using the MCDM Engine software showed the Combination of No-tillage system with Sprinkler irrigation is best method to arrive minimum cost of production and maximum yield in silage corn. Therefore, No-tillage system with Sprinkler irrigation can be suitable method for sustainable production of Silage Corn in MAIL Co. and Moghan region.

Keywords: Conservation Tillage, Energy, Multi-Criteria Decision Matrix, Silage Corn & Sustainable production.

### مقدمه

طبق پیش‌بینی‌های به عمل آمده تا سال ۲۰۵۰ میلادی، جمعیت کره زمین به ۹/۷ میلیارد نفر خواهد رسید. این رشد سریع جمعیت در جهان نیازمند اندیشیدن تدابیر لازم برای تامین امنیت غذای بشر در سال‌های آتی می‌باشد (وب سایت سازمان ملل، ۲۰۱۹). به منظور پاسخگویی به نیازهای غذایی جمعیت در حال رشد، باید ضمن افزایش بازده تولید در بوم‌نظام‌ها و کاهش اثرات عوامل محدود کننده، پایداری آنها نیز حفظ شود. چالش امروز دانشمندان و دست‌اندرکاران کشاورزی، افزایش

بهره‌وری با حفظ و یا بهبود کیفیت محیط می باشد. عملیات مدیریت کشاورزی بایستی طوری طراحی شوند که کمترین میزان خسارت به منابع تولید وارد شود. یکی از مهمترین منابع تولید خاک کشاورزی می‌باشد، که این منبع تولید محیطی است که در آن آب، مواد غذایی و انرژی به گیاهان منتقل می‌شود. تولید کنترل‌شده محصول، به مزارع بدون حضور علف‌های هرز، آب، مواد غذایی و انرژی نیاز دارد. برای برآورده شدن این نیازها، عملیات مختلف خاکورزی توسعه یافته و به عنوان عملیات اصلی در کشاورزی محسوب شده‌اند. خاکورزی یکی از عملیات مهم زراعی است که بر بخش مهمی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اثر می‌گذارد (لمپورلنس<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۱؛ لپن<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۴). از مهمترین روش‌های خاک-ورزی می‌توان به خاکورزی مرسوم و حفاظتی اشاره کرد. در خاکورزی مرسوم، عملیات به کار رفته برای محصولات مختلف و از منطقه‌ای به منطقه دیگر حتی درون یک ناحیه به طور قابل ملاحظه ای تغییر پیدا می‌کند (باکینگهام و پائولی، ۱۹۷۴). در این نظام با زیر و رو کردن خاک و قطع چرخه زندگی علف‌های هرز، حشرات و بیماریها، سطح خاک عاری از بقایای گیاهی می‌ماند و بستر مناسبی برای رشد و نمو گیاه ایجاد می‌شود. همچنین این نوع خاکورزی باعث افزایش فشردگی خاک شده و خلل و فرج و ظرفیت آب خاک را کاهش (کاتس وایرو<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۲) و موجب افزایش ۲۵ درصدی در فرسایش آبی و بادی می‌گردد (چن<sup>۴</sup>، ۲۰۱۳). خاکورزی مرسوم موجب اتلاف رطوبت، تسریع اکسیداسیون مواد آلی و تخریب ساختمان خاک می‌گردد. برای جلوگیری از چنین وضعیتی در بسیاری از کشورهای دنیا خاکورزی حفاظتی به عنوان یک راهکار موثر مورد توجه قرار گرفته است (آسودار و سبزه زار، ۱۳۸۷). خاکورزی حفاظتی نقش مهمی در به حداقل رساندن فرسایش خاک و بهبود کیفیت آن دارد. از این رو در سال های اخیر مورد توجه بسیاری از محققان و کشاورزان قرار گرفته است (اسپارو<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۶). این سیستم مجموع روش‌های بی خاکورزی، کشت مستقیم، کم خاکورزی یا بی خاکورزی پشته ای را شامل می شود، که روشی اختصاصی برای حفظ موفقیت آمیز طبیعت می باشد. معمولاً در این روش ۳۰ درصد سطح زمین توسط بقایای گیاهی پوشانده شده و محدودیت کمتری برای طبقه‌بندی بی خاکورزی حفاظتی وجود دارد، اما سایر اهداف حفاظتی شامل حفظ زمان، سوخت، کرم‌های خاکی، رطوبت خاک، بافت خاک و مواد مغذی را نیز در بر دارد. از علل دیگر افزایش گرایش به کشت با حداقل خاکورزی می‌توان به کاهش هزینه آماده کردن زمین، کاهش کوبیده شدن خاک زراعی بر اثر تردد کمتر ماشین‌آلات سنگین کشاورزی، تسریع در عملیات کشت و کاهش استهلاک و انرژی مصرفی اشاره نمود (کومبل<sup>۶</sup> و همکاران، ۱۹۸۸). نتایج پژوهش پلگرین<sup>۶</sup> و همکاران (۱۹۹۷) نشان داد وزن مخصوص ظاهری خاک در روش حفاظتی نسبت به روش مرسوم بالاتر می‌باشد. همچنین میزان نفوذ پذیری آب در روش خاک ورزی

<sup>۱</sup> . Lampurlanes

<sup>۲</sup> . Lapen

<sup>۳</sup> . Katsvairo

<sup>۴</sup> . Chen

<sup>۵</sup> . Sparrow

<sup>۶</sup> -Compbell

<sup>۶</sup> . Pleguin

حفاظتی در حدود ۳۵ درصد نسبت به خاک‌ورزی مرسوم کمتر گزارش شده است. نتایج پژوهش‌های ۷ ساله دِمژانوا<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۹) روی محصول ذرت به دو روش خاک‌ورزی مرسوم و حداقل، نشان داد که میزان بیوماس و تراکم علف‌های هرز در سیستم شخم مرسوم کمتر از شخم حداقل است. افضل‌نی و همکاران (۱۳۹۷) اثر خاک‌ورزی حفاظتی بر خصوصیات خاک و عملکرد ذرت در تناوب با گندم را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی باعث افزایش ذخیره رطوبت در خاک شده (حداکثر ۲۱ درصد)، اما ماده آلی را افزایش ندادند. عملکرد ذرت در اکثر سال‌های انجام این تحقیق تحت تأثیر معنی‌دار روش خاک‌ورزی قرار نگرفت. هدایتی پور (۱۳۸۹) طی پژوهشی نشان داد سرعت نفوذ آب در روش بدون خاک ورزی در حدود ۵۰ درصد میزان آن در روش‌های مرسوم می‌باشد. که این موضوع باعث ماندگاری بیشتر آب در سطح مزرعه و همچنین حفظ رطوبت بیشتر در خاک می‌شود. خرمیان و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی اثر روش خاک‌ورزی بر عملکرد ذرت دانه به این نتیجه رسیدند که کشت ذرت بدون تهیه زمین و بصورت بی خاک‌ورزی در شرایط اقلیمی خوزستان امکان‌پذیر است. علاوه بر بحث کشاورزی پایدار و حفاظت از خاک بعنوان منبع اصلی تولید کشاورزی، کشت دو محصول در یک سال، به دلیل محدودیت زمانی تهیه بستر بذر برای محصول دوم پس از برداشت گندم و کلزا و کمبود مواد آلی خاک به علت جمع‌آوری و یا سوزاندن بقایای محصول قبل و کشت‌های ممتد یکی از مسایل و مشکلات کشاورزی اراضی منطقه مغان و نیز شرکت کشت و صنعت و دامپروری مغان می‌باشد که هر ساله با توجه عدم انتخاب روش خاک‌ورزی مناسب زیان‌های اقتصادی زیادی را به کشاورزان منطقه و نیز شرکت وارد می‌کند. از طرفی دیگر در دنیای امروز اغلب مسایلی که برای تصمیم‌گیری به مدیران عرضه می‌شود؛ دارای ابعاد متنوعی است و تحت تأثیر عوامل مختلف کمی و کیفی قرار دارد که اغلب این عوامل با یکدیگر در تعارض هستند و آنان سعی می‌کنند که بین چندین گزینه موجود بهترین گزینه را انتخاب کنند. اشتباه و عدم دقت در تصمیم‌گیری مستلزم پرداخت هزینه خطاست. هر چه قدرت و اختیارات مدیریت بیشتر باشد؛ هزینه تصمیم غلط نیز بالاتر خواهد بود (قدسی پور، ۱۳۸۱). به همین دلیل روش‌هایی تحت عنوان تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)<sup>۲</sup> توسعه داده شده‌اند که به حل مسایل مزبور کمک می‌کنند (نوری و طباطبائی، ۱۳۸۱). مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره را می‌توان به دو دسته اصلی ذیل تقسیم نمود: مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه (MADM) و مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه (MODM). روش‌های چند شاخصه دارای تکنیک‌های متنوعی در مراحل مختلف تصمیم‌گیری هستند. دو مدل کلی از روش‌های مختلف برای حل مسائل تصمیم‌گیری چند شاخصه در ادبیات موضوع عبارتند از: مدل جبرانی و مدل غیرجبرانی. مدل جبرانی مشتمل بر روش‌هایی است که اجازه مبادله در بین شاخص‌ها در آنها مجاز است. به عبارت دیگر تغییر یک شاخص می‌تواند توسط تغییر در شاخصی دیگر تعدیل گردد و یا کاهش یک شاخص در صورتی که سبب افزایش شاخص دیگر شود، قابل پذیرش خواهد بود. از جمله روش‌های جبرانی می‌توان به

<sup>۱</sup> . Demjanová

<sup>۲</sup> . Multiple Criteria Decision Making

روش های AHP, ANP, SAW, TOPSIS, VIKOR و روش های تخصیص خطی اشاره کرد. مدل غیر جبرانی شامل روش هایی است که در آن ها مبادله بین شاخص ها مجاز نمی باشد. یعنی نقطه ضعف موجود در یک شاخص توسط مزیت موجود از شاخص دیگر جبران نمی گردد. نظر به موضوع این پژوهش و وجود همزمان شاخص های مثبت و منفی در آن، در ادامه به توضیح روش TOPSIS پرداخته می شود. مبنای این روش، انتخاب گزینه ای است که کمترین فاصله را از راه حل ایده آل مثبت و بیشترین فاصله را از راه حل ایده آل منفی داشته باشد. حل ایده آل مثبت، جوابی است که معیارهای سود را بیشینه و معیارهای هزینه را کمینه می کند، در حالی که حل ایده آل منفی معیارهای هزینه را بیشینه و معیارهای سود را کمینه می کند. مراحل اجرای الگوریتم تاپسیس بدین شرح است:

گام اول- کمی کردن و بی مقیاس سازی ماتریس تصمیم، ماتریسی متشکل از گزینه ها و شاخص ها که معمولاً گزینه ها در سطر و شاخص ها در ستون های آن قرار می گیرند و فرد تصمیم گیرنده در هر یک از خانه های ماتریس، مقدار کمی مورد نظر برای شاخص های کمی و میزان ترجیح خود را برای شاخص های کیفی وارد می کند (شکل ۱): ابتدا ماتریس مقایسه گزینه ها از لحاظ معیارهای اصلی با روش نرم اقلیدسی، بی مقیاس می شود. در این روش، هر عنصر ماتریس را بر مجموع مجذور مربعات عناصر هر ستون تقسیم می گردد:

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m r_{ij}^2}} \quad (1)$$

که در آن  $N_D$  ماتریسی است که امتیازات شاخص ها در آن بی مقیاس و قابل مقایسه شده است و  $W_{n \times n}$  ماتریس قطری است که فقط عناصر قطر اصلی آن غیر صفر خواهند بود.

| شاخص ها<br>گزینه ها | شاخص ۱<br>(X1) | شاخص ۲<br>(X2) | ... | شاخص n<br>(Xn) |
|---------------------|----------------|----------------|-----|----------------|
| گزینه ۱ (A1)        | $r_{11}$       | $r_{12}$       | ... | $r_{1n}$       |
| گزینه ۲ (A2)        | $r_{21}$       | $r_{22}$       | ... | $r_{2n}$       |
| ...                 | ...            | ...            | ... | ...            |
| گزینه m (Am)        | $r_{m1}$       | $r_{m2}$       | ... | $r_{mn}$       |

شکل ۱: ماتریس تصمیم گیری

گام دوم- به دست آوردن ماتریس بی مقیاس موزون می باشد که در آن  $N_D$  ماتریسی است که امتیازات شاخص ها در آن بی مقیاس و قابل مقایسه شده است و  $W_{n \times n}$  ماتریس قطری است که فقط عناصر قطر اصلی آن غیر صفر خواهند بود.

$$V = N_D \times W_{n \times n} = \begin{bmatrix} V_{11} & \dots & V_{1j} & V_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ V_{m1} & \dots & V_{mj} & V_{mn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

گام سوم- تعیین راه حل ایده آل مثبت و راه حل ایده آل منفی

$$A^+ = \{(\max V_{ij}) = \{V_1^+, V_2^+, \dots, V_j^+, \dots, V_n^+\} \text{ و } A^- = \{(\max V_{ij}) = \{V_1^-, V_2^-, \dots, V_j^-, \dots, V_n^-\} \quad (3)$$

گام چهارم- به دست آوردن میزان فاصله هر گزینه تا ایده آل های مثبت و منفی؛ فاصله گزینه  $i$ ام از ایده آل مثبت  $(d_{i+})$  و فاصله گزینه  $i$ ام از ایده آل منفی  $(d_{i-})$

$$d_{i+} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2}; i = 1, 2, \dots, m \text{ و } d_{i-} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2}; i = 1, 2, \dots, m \quad (4)$$

گام پنجم- تعیین نزدیکی نسبی یک گزینه به راه حل ایده آل که به صورت زیر تعریف می شود:

$$Cl_{i+} = \frac{d_{i-}}{d_{i-} + d_{i+}}; 0 \leq Cl_{i+} < 1; i = 1, 2, \dots, m \quad (5)$$

گام ششم- رتبه بندی گزینه ها: هر گزینه ای که  $CL$  آن بزرگتر باشد، بهتر است.

در روش TOPSIS، ماتریس  $m \times n$  تصمیم گیری که دارای  $m$  گزینه و  $n$  معیار و سنجش است مورد ارزیابی قرار می گیرد. در این مدل جهت محاسبات ریاضی بایستی تمامی مقادیر نسبت داده شده به معیارها از نوع کمی بوده و در صورت کیفی بودن نسبت داده شده به معیارها، بایستی آنها را همانند جدول ۱ به مقادیر کمی تبدیل نمود (اصغرپور، ۱۳۸۳).

جدول ۱: تبدیل معیارهای کیفی به پارامترهای کمی

| خیلی زیاد | زیاد | متوسط | کم | خیلی کم | معیار کیفی |
|-----------|------|-------|----|---------|------------|
| ۹         | ۷    | ۵     | ۳  | ۱       | معادل کمی  |

همان طوری در بررسی منابع اشاره شد، در اکثر پژوهش های انجام یافته به اثر مثبت روش های کم خاکورزی و بی- خاکورزی روی خاک اشاره گردیده و این در حالیکه نگرانی از کاهش عملکرد محصول و به دنبال آن کاهش درآمد دلیل عدم توسعه این روش ها بیان شده است. لذا در این تحقیق اثرات دو روش خاکورزی (مرسوم و نوتیلج)، که به دو روش بارانی و جوی و پشته ای آبیاری می گردد، در عملکرد ذرت علوفه ای کشت دوم (رقم ۷۰۴)، متوسط میزان سوخت مصرفی، بهره وری انرژی سوخت، متوسط آب مصرفی و تعداد تردد سر مزرعه به منظور انجام عملیات خاکورزی و کاشت با استفاده از تحلیل های آماری پرداخته شده و با استفاده از روش ماتریس تصمیم گیری چند معیاره بهترین نوع روش خاک- ورزی برای این محصول معرفی خواهد شد.

مواد و روش ها

آزمایشات این پژوهش در مزارع مجتمع زراعت شرکت کشت و صنعت و دامپروری مغان و در سال ۹۵ انجام شد. به منظور دستیابی به اهداف این پژوهش آزمایشات به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور روش خاکورزی (خاکورزی مرسوم و نوتیلج) و روش آبیاری (آبیاری جوی و پشته و آبیاری بارانی) در سه تکرار انجام شد. برای اجرای آزمایشات دو قطعه مزرعه مجاور هم از مزارع بخش چهار مجتمع زراعت، هرکدام به مساحت ۸۵ و ۲۶ هکتار، از مزارعی که به روش آبیاری جوی و پشته آب داده می‌شود و نیز دو قطعه مزرعه از مزارع مجاور هم بخش شش مجتمع زراعت، هرکدام به مساحت ۳۹ و ۴۸ هکتار، از مزارعی که به روش بارانی (سنتز پیوت) آب داده می‌شود، انتخاب گردید. محصول کشت قبلی هر چهار قطعه زراعی مورد پژوهش در این تحقیق کلزا بود که در انتهای هفته سوم خرداد با کمباین غلات برداشت شده بود. همچنین به علت بزرگی مساحت این مزارع، قطعات انتخاب شده به سه قسمت مساوی تقسیم گردید که تکرارها را تشکیل می‌دهند. به منظور بررسی اثرات استفاده از روش کشت مستقیم و خاکورزی مرسوم روی عملکرد محصول، مصرف سوخت، تردد سر مزرعه و میزان آب مصرفی هر چهار قطعه در طی هفته اول تیرماه سال ۹۵ مورد کشت قرار گرفت. در قطعات ۸۵ و ۳۹ هکتاری از عملیات خاکورزی مرسوم که شامل عملیات شخم‌زنی، دیسک زنی، لولر زنی، شیب‌ر زنی و کاشت می‌شود، برای آماده سازی زمین و کشت محصول کشت دوم یعنی ذرت سیلویی کشت دوم استفاده گردید و برای قطعات ۲۶ و ۴۸ هکتاری نیز از دستگاه کشت مستقیم محصولات ردیفی بدون انجام هیچ نوع عملیات خاک‌ورزی استفاده شد. ذرت کشت شده در هر چهار قطعه رقم ۷۰۴ با وزن هزاردانه تقریبی ۲۴۰ گرم بود. میزان بذر مصرفی در هر چهار قطعه به طور میانگین ۱۹ کیلوگرم در هکتار (با قوه نامیه ۹۶ درصدی و تعداد بوته در هکتار ۷۵۰۰۰) بود. بطوریکه فاصله بین بذور در هر چهار قطعه مطابق سایر مزارع کشت دوم مجتمع امور زراعت ۱۷ سانتی‌متر انتخاب شد. برای انجام کشت مستقیم قطعات ۸۵ و ۳۹ هکتاری از ردیف‌کار پنوماتیک چهار ردیفه مرسوم تولیدی شرکت ماسکیو گاسپاردوی ایتالیا استفاده گردید و برای انجام کشت مستقیم نیز از دستگاه نوتیلج پنوماتیک چهار ردیفه تولیدی شرکت ماسکیو گاسپاردوی ایتالیا مدل رجینا استفاده شد. برای بدست آوردن متوسط عملکرد هر سه قسمت قطعه، دو روز قبل از زمان برداشت، به دور از حاشیه هر مزرعه (برای جلوگیری از اثرات حاشیه‌ای بر روی عملکرد)، کادر چوبی مربعی ۰/۵×۰/۵ مترمربع در شش نقطه به طور تصادفی روی زمین پرت شده و محصول داخل آن به وسیله داس به صورت کف‌بر برداشت و نمونه‌ها توزین گردید. سپس متوسط وزن این نمونه‌ها به عنوان عملکرد ذرت سیلویی بر اساس ماده خشک ۳۰٪ محاسبه شد. به منظور اندازه‌گیری میزان سوخت مصرفی در عملیات خاکورزی و کاشت، از روش باک پر استفاده گردید. بدین ترتیب که قبل و بعد از انجام هر عملیاتی، تراکتور در سطح تراز قرار گرفته و مخزن آن پر شد. سپس میزان سوخت مصرفی با اندازه‌گیری میزان سوخت اضافه شده تعیین گردید. همچنین میزان تردد سر مزرعه با شمردن تعداد عملیات مکانیزه انجام یافته و مقدار آب مصرفی نیز از میزان آب تحویلی شرکت آب منطقه‌ای مغان به این مزارع تعیین گردید. شاخص بهره‌وری انرژی سوخت مصرفی مطابق رابطه ۶ محاسبه شد:

$$P = \frac{Y}{F} \quad (6)$$

که در آن:  $P$ ، شاخص بهره‌وری انرژی سوخت (کیلوگرم بر لیتر):  $Y$ ، عملکرد محصول (کیلوگرم بر هکتار):  $F$ ، میزان سوخت مصرفی (لیتر بر هکتار) (مصری، ۱۳۹۴) است.

به منظور اندازه‌گیری میزان تمایل کارشناسان شرکت به استفاده از سیستم‌های خاکورزی مورد بررسی در این پژوهش پرسشنامه‌ای مطابق جدول ۲ تهیه گردید و در بین کارشناسان امور زراعی شرکت کشت و صنعت و دامپروری مغان توزیع شد. در این پرسشنامه، درجه تمایل به استفاده از سیستم‌های خاکورزی از سطح خیلی کم تا سطح خیلی زیاد دسته‌بندی شده بود. داده‌های بدست آمده وارد نرم افزار Excel شده و پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، آنالیز واریانس داده‌ها با نرم افزار SPSS و مقایسه میانگین آنها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

همچنین جهت انتخاب بهترین روش خاکورزی برای محصول ذرت سیلویی کشت دوم شرکت کشت و صنعت و دامپروری مغان داده‌های بدست آمده در نرم افزار MCDM engine وارد و مورد تحلیل قرار گرفت. این نرم افزار می‌تواند مسایلی با تعداد ۱۰ شاخص و ۱۰ گزینه را حل کند. اگر مساله دارای چند جواب باشد تنها یکی از آن‌ها را نشان خواهد داد (مومنی و شریفی سلیم، ۱۳۹۴). با در نظر گرفتن موضوع این پژوهش، تعداد شاخص‌ها (Criteria) و تعداد گزینه‌ها (Alternatives) به ترتیب ۶ و ۴ انتخاب گردید. ضمن وارد کردن داده‌ها در ماتریس ایجاد شده، بالای هر شاخص مثبت یا منفی بودن آن نیز تعیین شد. در ماتریس ایجاد شده گزینه‌های A1، A2، A3 و A4 به ترتیب خاکورزی مرسوم با آبیاری جوی و پشته، خاک-ورزی مرسوم با آبیاری بارانی، بی‌خاکورزی با آبیاری جوی و پشته و بی‌خاکورزی با آبیاری بارانی و شاخص‌های C1، C2، C3، C4، C5 و C6 به ترتیب عملکرد محصول، متوسط میزان سوخت مصرفی، تعداد تردد ماشین‌آلات سر مزرعه، متوسط آب مصرفی به ازای واحد سطح کشت، شاخص بهره‌وری انرژی سوخت مصرفی و میزان تمایل کارشناسان امور زراعت به نوع روش خاکورزی را نشان می‌دهد به طوریکه با توجه به ماهیت شاخص‌ها، C1، C5 و C6 شاخص‌های مثبت و بقیه شاخص‌ها منفی در نظر گرفته شدند. در ادامه با در نظر گرفتن وزن هر شاخص به روش آنتروپی (انتخاب گزینه Entropy)، گزینه Calculate جهت محاسبه و در نتیجه انتخاب بهترین روش خاکورزی برای محصول ذرت سیلویی کشت دوم شرکت کشت و صنعت و دامپروری مغان انتخاب گردید.

جدول ۲. نمونه پرسشنامه درجه تمایل به سیستم خاکورزی

| درجه تمایل |      |       |    |         | سیستم خاکورزی |
|------------|------|-------|----|---------|---------------|
| خیلی زیاد  | زیاد | متوسط | کم | خیلی کم |               |
|            |      |       |    |         | خاکورزی مرسوم |
|            |      |       |    |         | بی خاکورزی    |

## نتایج و بحث

### ۱- آنالیز واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها

نتایج حاصل از آنالیز واریانس صفات نشان می‌دهد که بین فاکتور خاکورزی و صفت میزان آب مصرفی اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و سایر صفات مورد بررسی این پژوهش، اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود دارد. همچنین بین فاکتور آبیاری و صفات میزان آب مصرفی و تردد ماشین‌آلات سر مزرعه اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود دارد و تمامی اثرات متقابل غیر معنی‌دار هستند (جدول ۳). جدول ۴ مقایسه

میانگین صفات مورد بررسی در سیستم‌های مختلف خاکورزی و آبیاری با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد را نشان می‌دهد.

جدول ۳: آنالیز واریانس صفات مورد بررسی در سیستم‌های مختلف کشت و آبیاری

| میانگین مربعات (MS)      |                        |                               |                     |                     | درجه آزادی | منابع تغییرات  |
|--------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|------------|----------------|
| شاخص بهره‌وری انرژی سوخت | میزان آب مصرفی         | تعداد تردد ماشین آلات سرمزرعه | میزان مصرف سوخت     | عملکرد محصول        |            | S.O.V          |
| ۵۸۱۳۷۲ <sup>**</sup>     | ۹۹۰۹۹۱۸ <sup>*</sup>   | ۳۲۹/۷ <sup>**</sup>           | ۳۴۹۶۵ <sup>**</sup> | ۶۶/۲ <sup>**</sup>  | ۱          | خاکورزی        |
| ۲۶۴/۱۴۱ <sup>ns</sup>    | ۲۱۲۵۶۰۷۰ <sup>**</sup> | ۵۸/۵ <sup>**</sup>            | ۲۹۸/۵ <sup>ns</sup> | ۰/۱۲۰ <sup>ns</sup> | ۱          | آبیاری         |
| ۱۱۲۷/۱۴۱ <sup>ns</sup>   | ۲۵۹۰۱۴ <sup>ns</sup>   | ۶۱/۲ <sup>ns</sup>            | ۳۰۱/۵ <sup>ns</sup> | ۱/۹۲۰ <sup>ns</sup> | ۱          | خاکورزی×آبیاری |
| ۳۰۰۷/۳۴۱                 | ۱۷۴۶۵۹۹                | ۶/۵۳                          | ۲۷۶/۰۱              | ۰/۶۳۰               | ۸          | خطا            |

ns، \* و \*\* به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۴: مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در سیستم‌های مختلف خاکورزی و آبیاری با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد

| تیمارها                                 | عملکرد محصول (ton/ha) | متوسط میزان سوخت مصرفی (lit/ha) | تعداد تردد ماشین-آلات سرمزرعه | میزان آب مصرفی (m <sup>3</sup> ) | شاخص بهره‌وری انرژی سوخت (kg/li) |
|-----------------------------------------|-----------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| اثرات اصلی فاکتور خاکورزی               |                       |                                 |                               |                                  |                                  |
| خاکورزی مرسوم                           | ۳۰/۵ <sup>b</sup>     | ۱۶۴/۱ <sup>a</sup>              | ۱۷/۵۳ <sup>a</sup>            | ۹۰۸۹/۵ <sup>a</sup>              | ۱۸۹/۷۸ <sup>b</sup>              |
| بی خاکورزی                              | ۳۵/۲ <sup>a</sup>     | ۵۶/۱ <sup>b</sup>               | ۷/۰۵ <sup>b</sup>             | ۷۲۷۲ <sup>b</sup>                | ۶۲۷ <sup>a</sup>                 |
| اثرات اصلی فاکتور آبیاری                |                       |                                 |                               |                                  |                                  |
| آبیاری جوی پشته                         | ۳۲/۷۵ <sup>a</sup>    | ۱۱۵/۱۰ <sup>a</sup>             | ۱۴/۵ <sup>a</sup>             | ۹۵۱۱/۶۶ <sup>b</sup>             | ۴۰۲/۲ <sup>a</sup>               |
| آبیاری بارانی                           | ۳۲/۹۵ <sup>a</sup>    | ۱۰۵/۱۳ <sup>a</sup>             | ۱۰/۰۸ <sup>b</sup>            | ۶۸۴۹/۸۳ <sup>a</sup>             | ۴۱۱/۵۸ <sup>a</sup>              |
| اثرات متقابل دو فاکتور خاکورزی و آبیاری |                       |                                 |                               |                                  |                                  |
| خاکورزی مرسوم با آبیاری جوی و پشته      | ۳۰ <sup>b</sup>       | ۱۷۴/۱۰ <sup>c</sup>             | ۲۲ <sup>c</sup>               | ۱۰۵۶۷/۵ <sup>a</sup>             | ۱۷۲/۴۳ <sup>a</sup>              |
| خاکورزی مرسوم با آبیاری بارانی          | ۳۱ <sup>b</sup>       | ۱۵۴/۱۰ <sup>b</sup>             | ۱۳ <sup>b</sup>               | ۷۶۱۱ <sup>c</sup>                | ۲۰۱/۱۳ <sup>a</sup>              |
| بی خاکورزی با آبیاری جوی و پشته         | ۳۵/۵ <sup>a</sup>     | ۵۶/۱۰ <sup>a</sup>              | ۷ <sup>a</sup>                | ۸۴۵۶/۲ <sup>b</sup>              | ۶۳۲/۸۳ <sup>b</sup>              |
| بی خاکورزی با آبیاری بارانی             | ۳۴/۹۰ <sup>a</sup>    | ۵۶/۱۰ <sup>a</sup>              | ۷ <sup>a</sup>                | ۶۰۸۸ <sup>d</sup>                | ۶۲۲/۴۳ <sup>b</sup>              |

## ۲- عملکرد محصول

مقایسه میانگین با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد (جدول ۴) که بین عملکرد مزرعه در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی اختلاف وجود دارد به طوری که بالاترین عملکرد ذرت سیلویی کشت دوم مربوط به سیستم بی‌خاک‌ورزی بوده و کمترین عملکرد در سیستم خاک‌ورزی مرسوم می‌باشد و این در حالی است که اختلاف معنی‌داری در بین روش‌های مختلف آبیاری این محصول مشاهده نمی‌شود. موضوع اخیر نشان می‌دهد که عملکرد این محصول در اراضی شرکت کشت-و صنعت و دامپروری مغان به روش نوتیلج (بی‌خاک‌ورزی) به طور متوسط حداقل ۱۵ درصد بیشتر از مورد مشابه به روش خاک‌ورزی مرسوم می‌باشد. این در حالیست که نگرانی از کاهش عملکرد محصول یکی از علل اصلی عدم بکارگیری روش‌های کم خاک‌ورزی و نوتیلج در کشت محصول ذرت سیلویی توسط کارشناسان شرکت مغان اعلام شده بود. همچنین اهمیت مورد اخیر زمانی بیشتر به چشم می‌خورد که علاوه بر افزایش تولید در واحد سطح، کاهش هزینه تولید (با توجه به نتایج بخش تردد سر مزرعه و در نتیجه سوخت آن) را نیز بدنبال دارد. برخی خصوصیات اندازه‌گیری شده محصول به شرح جدول ۵ می‌باشد.

جدول ۵: برخی خصوصیات اندازه‌گیری شده ذرت علوفه‌ای، کشت شده به روش نوتیلج

| نام محصول                | تراکم بوته در هکتار | ارتفاع بوته (cm) | ارتفاع بلال (cm) | درصد بلال به بوته | وزن بلال‌ها در بوته (gr) | وزن بوته (gr) | تعداد ردیف در بلال |
|--------------------------|---------------------|------------------|------------------|-------------------|--------------------------|---------------|--------------------|
| ذرت علوفه‌ای کشت دوم ۷۰۴ | ۵۶۶۶۷               | ۲۷۱/۶۴           | ۱۲۴/۲۹           | ۲۰/۹٪             | ۱۹۷/۱                    | ۸۲۶/۶         | ۱۴/۴۴              |

## ۳- مصرف سوخت و تردد

در صفت متوسط میزان سوخت مصرفی هم بین سیستم‌های خاک‌ورزی اختلاف آماری وجود داشت (جدول ۴). بطوری که مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD نشان داد که بیشترین میزان سوخت مصرفی در سیستم خاک‌ورزی مرسوم با آبیاری جوی و پشته بوده و کمترین آن در سیستم بی‌خاک‌ورزی با آبیاری بارانی و جوی و پشته می‌باشد. همچنین جدول اخیر نشان می‌دهد میزان سوخت مصرفی در سیستم خاک‌ورزی مرسوم در دو روش آبیاری بارانی و جوی و پشته اختلاف معنی‌داری وجود دارد و این اختلاف معنی‌داری مربوط به عملیات نهرکشی و لولرزی می‌باشد بدین شکل که در روش آبیاری بارانی نیازی به تسطیح آنچنایی (با توجه به روش آبیاری) و نیز عملیات نهرکشی ندارد. مقایسه میانگین مصرف سوخت عملیات مکانیزه برای قطعات مورد آزمایش در این پژوهش برای هر دو حالت آبیاری بارانی (سنتریپوت) و آبیاری جوی و پشته به دو روش خاک‌ورزی مرسوم و بدون خاک‌ورزی (نوتیلج) نشان می‌دهد که در روش خاک‌ورزی مرسوم میزان این مصرف در حدود ۲۰۰ درصد بیشتر از حالت نوتیلج می‌باشد. به عبارتی برای تولید محصول ذرت سیلویی کشت دوم به روش خاک‌ورزی مرسوم سوخت به مراتب بیشتری نیاز است و این یعنی اینکه علاوه بر مبحث اقتصاد سوخت و بدنبال آن اقتصاد محصول تولیدی، آلاینده‌گی بیشتر در روش خاک‌ورزی مرسوم می‌باشد. میانگین تردد ماشین آلات سر مزرعه نیز در بین سیستم‌های خاک‌ورزی اختلاف آماری داشت (جدول ۴). به طوری که بیشترین تردد ماشین آلات در سیستم خاک‌ورزی مرسوم و در آبیاری جوی و پشته بوده به تعداد ۲۲ بار تردد و کمترین آن در سیستم بی‌خاک‌ورزی با آبیاری جوی و

پشته و بارانی به تعداد ۷ بار تردد سر مزرعه بود. نتایج این بخش با نتایج پژوهش انجام یافته توسط کومبل و همکاران (۱۹۸۸) مطابقت داشت.

#### ۴- میزان آب مصرفی

جدول آنالیز واریانس صفات (جدول ۳) و مقایسه میانگین (جدول ۴) همچنین نشان می‌دهد میزان آب مصرفی محصول ذرت سیلویی کشت دوم در بین فاکتور خاکورزی و سیستم‌های آبیاری اختلاف آماری معنی‌دار به ترتیب در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد وجود دارد. بدین شکل که بیشترین آب مصرفی برای تیمار خاکورزی مرسوم به روش آبیاری جوی‌وپشته با مقدار ۱۰۵۶۷/۰۶۷ مترمکعب در هکتار و کمترین آن به تیمار بدون خاکورزی با روش آبیاری بارانی به میزان ۶۰۸۸ مترمکعب در هکتار تخصیص داشت. علت اصلی اختصاص میزان آب بیشتر در روش آبیاری جوی و پشته نسبت به روش بارانی به راندمان آبیاری این روش‌ها برمی‌گردد. به طوریکه در روش بارانی میزان این راندمان تا ۷۰٪ و در روش جوی و پشته به ۴۲٪ می‌رسد. همچنین علت اصلی اختصاص آب بیشتر در روش خاکورزی مرسوم نسبت به روش بی‌خاکورزی، علاوه بر حفظ رطوبت توسط بقایای باقی مانده از کشت قبلی در روش نوتیلج و در نتیجه دیر خشک شدن سطح مزرعه، به میزان خاک آب (آبیاری دوره اول) این محصول برمی‌گردد. به طوریکه در حالت نوتیلج به خاطر باقی ماندن رطوبت خاک از آبیاری دوره آخر کشت قبلی نیاز آنچنانی به خاک آب ندارد. اهمیت این موضوع، علاوه بر مباحث مربوط به کاهش مصرف آب در طول دوره رشد این محصول و در نتیجه آن صرفه‌جویی چشم‌گیر آب، زمانی نمود پیدا می‌کند که بدانیم با کاهش این مصرف، مدت زمان زهداری این اراضی افزایش یافته و یا به عبارتی آب شویی خاک کمتر شده و در نتیجه آن گامی موثر در راستای کشاورزی پایدار انجام شده است. موارد اخیر از مزایای اصلی استفاده از روش‌های بی-خاکورزی می‌باشد. نتایج این بخش با نتایج پژوهش‌های انجام یافته توسط افصلی نیا و همکاران (۱۳۹۷) مطابقت داشت.

#### ۵- شاخص بهره‌وری انرژی سوخت مصرفی (kg/li)

نتایج این بخش نشان می‌دهد که بیشترین بهره‌وری انرژی سوخت مصرفی مربوط به روش کشت مستقیم (نوتیلج) (بی-خاکورزی با آبیاری جوی و پشته) با مقدار ۶۳۲/۸ کیلوگرم بر لیتر بوده و کمترین هم مربوط به روش خاکورزی مرسوم (خاکورزی مرسوم با آبیاری جوی و پشته) با مقدار ۱۷۲/۴ کیلوگرم بر لیتر می‌باشد. پارامتر بهره‌وری سوخت مصرفی از پارامترهای مهم برای سنجش بهره‌وری تولید می‌باشد. که علاوه بر مسائل مرتبط با آلودگی هوا و مشکلات زیست محیطی، مسائل مهمی همچون اقتصادی بودن تولید را هم با خود یدک می‌کشد.

#### ۶- انتخاب بهترین سیستم خاکورزی با روش ماتریس تصمیم‌گیری چند متغیره

برای این منظور از نرم افزار MCDM engine استفاده شد. همان طوری که در مقدمه اشاره شد، این نرم افزار توانایی حل رتبه‌بندی گزینه‌ها با تکنیک تاپسیس را داراست.

شکل ۲ نتایج نرم افزار به همراه ضرایب وزنی شاخص‌ها و ترتیب بهترین گزینه را نشان می‌دهد. با توجه به شکل اخیر روش بی‌خاک‌ورزی با آبیاری بارانی (A4) به عنوان بهترین تیمار در مقایسه با تیمارهای دیگر انتخاب شد. انتخاب این تیمار (A4)، بعنوان روش مناسب جهت تولید پایدار محصول ذرت علوفه‌ای با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره، در حالیکه از مجموع ۶ صفات بررسی شده، روش بی‌خاک‌ورزی با آبیاری بارانی در پنج صفت (عملکرد محصول، سوخت مصرفی، تردد سر مزرعه، میزان آب مصرفی و نظرخواهی از کارشناسان) رتبه اول را نسبت به بقیه تیمارها کسب کرده و در تنها صفت باقی مانده یعنی بهره‌وری انرژی سوخت رتبه پایین را به خود اختصاص داده است. این بدین معنی است که از منظر صفات مورد بررسی در این پژوهش و با در نظر گرفتن جمیع جهات، روش بی‌خاک‌ورزی با آبیاری بارانی می‌تواند روشی مناسب برای تولید پایدار محصول ذرت علوفه‌ای کشت دوم در شرکت مغان و منطقه مورد استفاده قرار گیرد. نتایج این قسمت با نتایج تجزیه واریانس داده‌ها به روش آمار کلاسیک مطابقت کامل داشت.

The screenshot shows the TOPSIS MCDMEngine software interface. It displays the number of criteria (6) and alternatives (4). The 'Use Entropy method to calculate weights' option is selected. The main table shows the performance of four alternatives (A1, A2, A3, A4) across six criteria (C1 to C6). Below this, the weights (W1 to W6) calculated using the entropy method are shown. The final result table shows the similarity ratios for each alternative, with A4 having the highest ratio (0.9853). The software concludes that A4 is the best alternative and provides the ranking: A4 > A3 > A2 > A1.

|    | C1   | C2    | C3 | C4     | C5     | C6 |
|----|------|-------|----|--------|--------|----|
| A1 | 30   | 174.1 | 22 | 10567  | 172.43 | 5  |
| A2 | 31   | 154.1 | 13 | 7611   | 201.13 | 7  |
| A3 | 35.5 | 56.1  | 7  | 8456.2 | 632.83 | 7  |
| A4 | 34.9 | 56.1  | 7  | 6088   | 622.43 | 9  |

  

|                      | W1     | W2    | W3     | W4    | W5     | W6     |
|----------------------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|
| using Entropy method | 0.0062 | 0.286 | 0.2674 | 0.044 | 0.3497 | 0.0468 |

  

|                           | A1 | A2     | A3    | A4     |
|---------------------------|----|--------|-------|--------|
| Result (Similarity Ratio) | 0  | 0.3073 | 0.967 | 0.9853 |

Best Alternative Is A4  
The ranking of alternative:  
A4 > A3 > A2 > A1

شکل ۲: وزن هر شاخص با روش آنتروپی

## نتیجه گیری کلی

- ۱- عملکرد محصول ذرت سیلویی در اراضی شرکت کشت و صنعت و دامپروری مغان به روش نوتیلج (بی‌خاک‌ورزی) به طور متوسط ۱۵ درصد بیشتر از مورد مشابه به روش خاک‌ورزی مرسوم می‌باشد.
- ۲- بیشترین میزان مصرف سوخت در سیستم خاک‌ورزی مرسوم با آبیاری جوی و پشته بوده و کمترین آن در سیستم بی‌خاک‌ورزی با آبیاری بارانی و جوی و پشته بود. در روش خاک‌ورزی مرسوم میزان این مصرف در حدود ۲۰۰ درصد بیشتر از حالت نوتیلج می‌باشد.
- ۳- بیشترین تردد ماشین‌آلات در سیستم خاک‌ورزی مرسوم و در آبیاری جوی و پشته بوده و کمترین آن در سیستم بی‌خاک‌ورزی با آبیاری جوی و پشته و بارانی می‌باشد.
- ۴- میزان مصرف آب ذرت سیلویی کشت دوم در روش نوتیلج حداقل ۲۰ درصد کمتر از مورد مشابه یعنی خاک‌ورزی مرسوم می‌باشد.

۵- بیشترین بهره‌وری انرژی سوخت مصرفی مربوط به روش کشت مستقیم (نوتیلج) بوده و کمترین هم مربوط به روش خاکورزی مرسوم می‌باشد. این پارامتر از پارامترهای مهم برای سنجش بهره‌وری تولید می‌باشد که علاوه بر مسائل مرتبط با آلودگی هوا و مشکلات زیست محیطی، مسائل مهمی همچون اقتصادی بودن تولید را هم با خود یدک می‌کشد.

۶- نهایت امر اینکه نتایج استفاده از روش ماتریس تصمیم چند معیاره در این پژوهش نشان داد که روش بی‌خاکورزی با آبیاری بارانی (A4) به عنوان بهترین سیستم خاکورزی در مقایسه با روش‌های دیگر می‌باشد و این با نتایج تجزیه واریانس داده‌ها به روش تحلیل آماری کلاسیک مطابقت کامل داشت.

### تقدیر و تشکر

تقدیر و تشکر ویژه از مدیریت محترم شرکت کشت و صنعت و دامپروری مغان و مجموعه عوامل زحمتکش مجتمع زراعت که با حمایت‌های مالی و معنوی خود ما را در انجام این پژوهش یاری کردند.

### منابع مورد استفاده

- Asgharpour, M.J. 2004. Multi-criteria decisions, 3rd. Publication of university of Tehran (In Persian).
- Asoodar, M.A. and Sabzeh zar, H., 1993. Tillage: fundamentals of machine operation, 3rd. Publication of Nashre Amozesh Keshavarzi (In Persian).
- Afzalinia, S. and Karami, A., 2018. Effect of conservation tillage on soil properties and corn yield in the corn-wheat rotation. Iranian Journal of Biosystem Engineering. Publication of University of Tehran. 49(1): 129-137 (In Persian).
- Buckingham, F and Pauli, A.V., 1974. Fundamentals of machine operation (FMO)-Tillage. Publication of John Deere Company.
- Chen, H., 2013. Traffic and tillage effects on soil water conservation and winter wheat yield in the loess plateau, china. Ecological Chemistry and Engineering Sinica. 20 (3): 507-517.
- Compbell, J. A. and Akhtar, M. E. 1988. Impact of tillage on soil water regimes in the rainfed areas of Pakistan. Soil Physics. 275-276.
- Demjanová, E., Macák, M., Čaloviü, I., Majerník, F., Týr, T. and Smatana, J., 2009. Effects of tillage systems and crop rotation on weed density, weed species composition and weed biomass in maize. Agronomy Research 7(2), 785-792.
- Ghodsypour, SH., 2013. Analytical hierarchy process (AHP). Publication of Amirkabir University of Technology - Tehran Polytechnic (In Persian).
- Katsvairo, T., Cox, W. J. and Vanes. H. 2002. Tillage and rotation effects on soil physical characteristics. Agronomy Journal. 94: 299-304.
- Khorramian, M., Bromand, S. and Ashrafizadeh, S.R., 2013. Effect of No Tillage, Water Stress and Nitrogen Stress on Nitrate Transfer in Soil and Maize Yield in Northern Khuzestan Province. Journal of Water Research in Agriculture. 28(1): 11-23. . (In Persian).
- Lampurlanes, J. Angas, P., Marlines, C. 2001. Root growth, soil water content and yield of barely under different tillage systems on two soil semiarid conditions field crop Res. 27-40.
- Lapen, D. R., Topp, G. G, Edwards, M. E., Curnol, W. E. 2004. Combination cone penetration resistancel water content instrumentation to evaluated cone penetration-water content relationships in tillage research. Soil and Tillage Research. 79: 51-62.

Plegrin, F., Fernandez, J.E. and Murillo, J.M., 1997. Soil physical properties, water depletion and crop establishment under traditional and conservation tillage in southern Spain. *Soil and Tillage Research*. V 41 Issue 1-2. March 1997, pages 25-42.

Sparrow, S.D., Lewis, C.E. and Knight, C.W., 2006. Soil quality response to tillage and crop residue removal under subarctic conditions. *Soil & Tillage Research* 91: 15-21.

Mesri, T. G., 2016. Mechanization of Agricultural Industries. University of Mohaghegh Ardabili publication. 62-65 (In Persian).

Momeni, M. and Sharifi Salim, A. 2015. MADM Models and Softwares (AHP and TOPSIS) (In Persian).

Nouri, Gh., Tabatabaian, S. H. 2002. Sensitivity analysis of multi-index decision issues relative to the method used. *Management Knowledge Quarterly*. University of Tehran.

www.un.org, 17 June 2019, New York.