

## کاربرد روش تحلیل واریانس عاملی<sup>۱</sup> در ارزیابی اثرات نوع موتور پمپ، روش آبیاری و اندازه زمین بر هزینه آبیاری: مطالعه موردی گندم آبی در شهرستان شیراز

علیرضا نیکویی<sup>۱</sup> و جواد ترکمانی<sup>۲</sup>

۱ - پژوهشگر اقتصاد کشاورزی مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان

۲ - دانشیار بخش اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز

تاریخ پذیرش مقاله ۷۹/۸/۱۱

### خلاصه

در مطالعه جاری، اثرات عوامل نوع موتور پمپ، روشهای آبیاری و اندازه زمین بر هزینههای آبیاری گندم آبی با استفاده از روش تحلیل واریانس عاملی، بررسی شده است. دادههای مورد نیاز با استفاده از روش نمونهگیری طبقه‌ای چند مرحله‌ای<sup>۲</sup> و به صورت مقطعی در سال ۱۳۷۶ از ۹۷ گندم کار استفاده کننده از موتورهای دیزلی یا الکتریکی در شهرستان شیراز از استان فارس جمع آوری گردید و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که اختلاف معنی داری بین هزینه آبیاری استفاده کنندگان از دو نوع موتور پمپ با توجه به عوامل روشهای آبیاری و اندازه زمین وجود دارد که هر یک از این عوامل به صورت اثرهای ثابت و یا متقابل بر هزینههای آبیاری تأثیر دارند. همچنین نسبت منفعت به هزینه تبدیل موتورهای دیزلی به الکتریکی برای اندازه‌های زمین کوچک، متوسط و بزرگ در مواردی که فاصله زیادی بین منبع تأمین انرژی الکتریکی و منبع تأمین آب وجود ندارد بزرگتر از یک و در نتیجه این تبدیل کاملاً اقتصادی است. ولی در مواردی که بین این دو منبع فاصله وجود داشته باشد، در صورتی که میانگین هزینه تیرگذاری و سیم کشی برای فاصله‌های دور و نزدیک برای زمینهای با اندازه‌های کوچک، متوسط و بزرگ به ترتیب، حداکثر برابر با ۶۰۷۴۰۳۰، ۱۲۴۰۴۲۶۰ و ۲۱۶۰۷۸۰۰ ریال باشد، تبدیل موتورهای دیزلی به الکتریکی اقتصادی خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: تحلیل واریانس عاملی، موتور دیزلی، موتور الکتریکی، نسبت منفعت به هزینه

### مقدمه

هزینه‌های تولید محصولات آبی را تشکیل می‌دهد. به این ترتیب، کوشش در جهت کاهش هزینه‌های استخراج آب و آبیاری محصول، گامی مفید در جهت افزایش کارایی تولید

نهاد آب از جمله مهمترین عوامل مؤثر در تولید محصولات کشاورزی بوده که همواره سهم قابل توجهی از

1. Factorial Analysis of Variances Method (FAVM)

2. Multi Stage Stratified Sampling

- مکاتبه کننده: علیرضا نیکویی

که در این مطالعه به نظر می‌رسد آن است که علاوه بر دخالت ندادن هزینه‌های استهلاک و نگهداری در ارائه نتیجه نهائی، به تأثیر عواملی از جمله نحوه مدیریت زارعین بر میزان آب اختصاص یافته برای کشت محصول و انتخاب روش آبیاری بر هزینه استفاده از هر یک از موتورپمپ‌ها، توجهی نشده است. در مطالعه جاری با توجه به اهمیت بررسی تأثیرات اصلی و متقابل متغیرهای نوع موتور پمپ، روشهای مختلف آبیاری و اندازه زمین بر هزینه آبیاری، با استفاده از روش تحلیل واریانس سه عاملی، به این مقوله پرداخته شده است.

روش تحلیل واریانس عاملی، برای اولین بار در علوم اجتماعی و تربیتی توسط تامسون و هانیکات (۱۴) برای بررسی تأثیر همزمان متغیرهای مستقل "تشویق - تنبیه" و "نوع شخصیت" (درونگرایی و برونگرایی) بر نمره‌های دیکته دانش‌آموزان مورد استفاده قرار گرفت و تاکنون، در بررسی‌های آماری علوم مختلف، بکار گرفته شده است. نیکول و همکاران (۱۰)، از این روش در بررسی تأثیر متقابل سن و ظرفیت هوایی<sup>۱</sup> به عنوان شاخصی برای سلامتی افراد بر روی نرخ سوخت در حال استراحت (RMR)<sup>۲</sup> و اثر حرارتی غذا (TEF)<sup>۳</sup> برای مردان سالم استفاده کردند. تحلیل واریانس عاملی ۲×۲ (سن و سلامتی) برای RMR، تأثیر اصلی و متقابل<sup>۴</sup> سن و سلامتی را در سطح معنی‌دار ۱ درصد آماری نشان داد. همچنین، نتایج بررسی نیکول و همکاران (۱۰)، نشان داد که عامل سن در سطح معنی‌دار ۱ درصد بر روی TEF تأثیر گذار است، در حالی که تأثیر سلامتی بر روی این متغیر بی معنی می‌باشد. به عبارت دیگر اثر حرارتی غذا بیشتر متأثر از سن افراد است.

ترامبل و همکاران (۱۵)، نیز با استفاده از روش

می‌باشد. توجه به اجزای تشکیل دهنده این هزینه نشان می‌دهد که همواره بخشی از آن، مربوط به هزینه‌های تأمین انرژی لازم برای به حرکت درآوردن وسیله استخراج و انتقال آب از سفره‌های زیرزمینی به مزارع، در کلیه روشهای آبیاری و وسیله به جریان انداختن آب آبیاری در روشهای آبیاری بارانی، یعنی موتور پمپ‌ها، می‌باشد. بنابراین در صورت دسترسی به دو نوع منبع تأمین انرژی، یعنی گازوئیل و انرژی الکتریکی، انتخاب یک مجموعه مناسب از روشهای آبیاری و نوع موتور لازم جهت انتقال آب، به همراه یک اندازه مناسب زمین زراعی که حداقل هزینه آبیاری را در پی داشته باشد، می‌تواند تأثیر مفیدی بر افزایش بهره‌وری زارعین بگذارد.

در ایران، همواره با بکارگیری موتور پمپ‌های دیزلی، انرژی لازم برای استخراج آب از سفره‌های آب زیرزمینی و آبیاری محصول در مناطق مختلف، توسط گازوئیل صورت می‌پذیرفته است. پس از استقرار جمهوری اسلامی و گسترش فعالیت‌های محرومیت زدائی در روستاها، برق رسانی به بعضی از این مناطق، امکان استفاده از انرژی الکتریکی را نیز میسر نموده است. این امر در سالهای اخیر، توجه بعضی از محققین و برنامه ریزان را به مواردی از جمله مقایسه انرژی و هزینه‌های کاربری هر یک از موتور پمپ‌های دیزلی و الکتریکی، معطوف ساخته است. به عنوان نمونه، امین و سپاسخواه (۱) در مطالعه‌ای که بر روی ۵۲ پمپ در مزارع اطراف شیراز انجام دادند، ضمن بیان اتلاف انرژی کمتر در موتورپمپ‌های الکتریکی، پمپ‌های دیزلی را نسبت به پمپ‌های الکتریکی در شرایط کنونی و باتوجه به ارزانی قیمت سوخت و بدون در نظر گرفتن هزینه‌های استهلاک و نگهداری، با صرفه‌تر می‌دانند. آنچه

1. Aerobic capacity

2. Resting Metabolic Rate

3. Thermic Effect of Food

4. Interaction

ندارد و بالاترین میانگین عملکرد برنج از مزارع دارای فسفر بیشتر، واریته برنج پایدار<sup>۷</sup> و در فصل خشک بدست می آید. همچنین، تحلیل شیمیایی خاک نشان داد که زراعتهای پیوسته موجب تهی ساختن کل فسفر و فسفر قابل دسترس خاک می گردد.

همچنین، ساگونندو (۱۳)، با استفاده از روش تحلیل واریانس عاملی، تأثیر طول زمان خیساندن و غلظت محلول تریاکتتانول<sup>۸</sup> بر روی جوانه زنی و رویش بذر کائوچو را بررسی کردند. ساگونندو (۱۳)، با در نظر گرفتن دو عامل طول زمان خیساندن و غلظت محلول تریاکتتانول، نشان داد که هیچ اثر متقابلی بین دو عامل یاد شده برای تأثیر بر روی جوانه زنی و رشد دانه های کائوچو وجود ندارد. ولی محلول تریاکتتانول در غلظتهای ۵، ۷/۵ و ۱۰ PPM، تأثیر بدی بر روی جوانه زنی و رشد دانه کائوچو در مقایسه با محلول شاهد داشته است.

در مطالعه جاری، در چهارچوب روش تحقیق در نظر گرفته شده، بررسی روابط عوامل مورد نظر بر هزینه آبیاری در شهرستان شیراز از استان فارس صورت پذیرفت. شهرستان شیراز با جمعیت ۱۱۳۷۳۲۲ نفر (برآورد ۱۳۷۴)، ۳۲ درصد از جمعیت استان را در خود جای داده است. این شهرستان با ۸ شهرستان دیگر استان همسایه بوده و دارای بخشهای سروستان، کروال، مرکزی و ارژن می باشد، که به دلیل بارندگیهای کم و نامنظم در فصول رشد گیاهان، کشت محصول در این شهرستان، غالباً، وابسته به وجود آبهای سطحی و یا استخراج آب از آبهای زیرزمینی است. در سالهای اخیر با توجه به کمبود آب در استان فارس و توجه سیاستگذاران کشاورزی به ایجاد تکنولوژیهای آب اندوز، تعداد بهره برداران استفاده کننده از روشهای آبیاری بارانی

تحلیل واریانس سه عاملی<sup>۱</sup>، تأثیر اشعه ماورای بنفش بر فعالیت باکتریهای فرانکوماریانس خطی<sup>۲</sup> و باسیلوس تورینجینسیس<sup>۳</sup> بر علیه فعالیت آفت اسپودپترا اگریگوا<sup>۴</sup> را سنجیدند. نتایج این بررسی نشان داد که فعالیت دو باکتری به صورت انفرادی یا توأم با یکدیگر، در حضور اشعه ماورای بنفش بر علیه آفت مذکور، افزایش می یابد.

رویین و همکاران (۱۲)، در تحقیقی، با استفاده از روش تحلیل واریانس عاملی، اثر پاتوژن عامل بیماری شانکر تنه درختان بلوط که قارچی به نام فایتوفتراسیناموما<sup>۵</sup> می باشد را بر اساس عوامل سن، تنومندی، رقم و درجه حرارت محیط اطراف درخت بررسی کردند. این بررسی نشان داد که اولاً، حساسیت درختان نسبت به قارچ عامل بیماری بستگی به آلودگی ریشه ها و زخم روی طوقه دارد. دوم اینکه حساسیت درختان به انتشار قارچ بر روی تنه آنها ارتباط زیادی با رقم درخت، سن و تنومندی آن دارد. همچنین، مقایسه قطر زخمها بر روی گیاهان آلوده و گیاهان سالم، نشان داد که بیماری بر رشد درختان تأثیری ندارد، در حالی که، بین حلقه های سالیانه درختان و زخمهای ایجاد شده، ارتباط مستقیمی وجود داشته و درجه حرارت و میزان خشکی هوا نیز بر روی توسعه این زخمها تأثیری نداشته است.

پاتنا و همکاران (۱۱)، به منظور بررسی تأثیر زراعتهای پیوسته بر روی وضعیت فسفر خاکهای ضعیف مزارع کشاورزی و رشد و عملکرد دو رقم برنج از روش تحلیل واریانس چند عاملی<sup>۶</sup> استفاده کردند. آنها، با استفاده از این روش تأثیر عوامل فصل، فسفر و رقم برنج را بر روی عملکرد برنج در مزارع مختلف سنجیدند. نتایج این تحقیق نشان داد که هیچ تأثیر متقابل معنی داری بین عوامل وجود

1. Three way factorial analysis

2. Linear Francoumarins

3. Bacilus Thuringiensis

4. Spodoptera Exigua

5. Phytophthora Cinnamomi

6. Multiple factorial analysis

7. Resistant variety

8. Triacontanol

پمپ دیزلی و الکتریکی، روشهای مختلف آبیاری و اندازه زمین متفاوت در شهرستان شیراز، جمع آوری گردید. روش نمونه‌گیری، عبارت از نمونه‌گیری طبقه بندی شده چند مرحله‌ای بود. این روش نمونه‌گیری به منظور افزایش دقت و جلوگیری از وجود داده‌های گمشده<sup>۴</sup> در ترکیبات مختلف کاربردی‌ها (ترکیبات تیماری) مدنظر قرار گرفت. به این ترتیب، پس از انتخاب ۵۲ گندم کار استفاده کننده از موتور پمپ دیزلی و ۴۵ گندم کار استفاده کننده از موتور پمپ الکتریکی که ترکیبات تیماری متفاوتی را در بر گرفته بودند، تعداد ۹۷ گندم کار در جمعیت نمونه وارد گردیدند.

مدل اثر ثابت برای تحلیل مورد نظر در مطالعه جاری با توجه به تأثیر سه عامل در نظر گرفته شده را می‌توان به صورت رابطه (۱) نوشت (۱۴):

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_r + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ir} + (\beta\gamma)_{jr} + (\alpha\beta\gamma)_{ijr} + e_{ijk} \quad (1)$$

$$j = 1, \dots, 4 \quad r = 1, 2, 3 \quad k = 1, 2, \dots, n$$

$$i = 1, 2$$

در این رابطه،  $Y_{ijk}$  معرف هزینه آبیاری محاسبه شده بهره بردار  $k$  ام (تکرار  $k$  ام) در سطح  $i$  عامل  $A$  (نوع موتور پمپ‌های مورد استفاده)، در سطح  $j$  عامل  $B$  (روشهای مختلف آبیاری) و در سطح  $r$  عامل  $C$  (اندازه مزرعه) است.  $\mu$  میانگین کل جامعه است که از مجموع همه جامعه‌های کاربردی‌های ممکن با ترکیبهای  $i, j, r$  تشکیل می‌شود.  $\alpha$  اثر ثابت موتور پمپ‌های مورد استفاده (یعنی  $\mu - \mu_i$ )،  $\beta$  اثر ثابت روشهای مختلف آبیاری (یعنی  $\mu - \mu_j$ ) و  $\gamma$  اثر ثابت اندازه مزرعه (یعنی  $\mu - \mu_r$ ) می‌باشد. همچنین،  $\alpha\beta$ ،  $\alpha\gamma$  و  $\beta\gamma$  به ترتیب اثرهای متقابل عوامل  $A-B$  (یعنی  $A-C$ ،  $(\mu_{ij} + \mu_i + \mu_j + \mu)$ ، یعنی  $B-C$ )،  $(\mu_{ir} + \mu_i + \mu_r + \mu)$ ، یعنی  $A-B-C$  و  $(\mu_{jir} - \mu_j - \mu_r + \mu)$  اثرهای متقابل هر سه عامل  $A-B-C$

در استان افزایش یافته است. سطح زیر کشت گندم آبی در این استان در سال ۱۳۷۴ برابر ۳۳۴۰۰۰ هکتار و در شهرستان شیراز برابر ۵۸۰۰۰ هکتار بوده که از این مقدار، ۲۴۰۱۲۰ تن گندم در این شهرستان حاصل شده است (۶).

## مواد و روشها

این مطالعه به روش تحقیق پیمایشی، بر روی هزینه آبیاری گندم آبی برای گندم کاران شهرستان شیراز در استان فارس به عنوان جامعه مورد پژوهش صورت پذیرفته است. در تولید محصول، هزینه‌های آبیاری، تنها متأثر از نوع موتور پمپ نبوده و عوامل دیگری از جمله روشهای آبیاری و اندازه مزرعه نیز بر آن مؤثر می‌باشند. هر سه متغیر یاد شده (نوع موتور، روشهای آبیاری و اندازه زمین)، به صورت متغیرهای کیفی یا طبقه‌ای<sup>۱</sup> می‌باشند. برای اینگونه متغیرها دو نوع مقیاس وجود دارد. مقیاس اسمی<sup>۲</sup>، که مطلبی در مورد کم بودن یا زیاد بودن بیان نمی‌کند و دارای این ویژگی مهم است که فقط دارای طبقه‌های مشخص و متمایزی است که جنبه کیفی دارد و تنها رابطه موجود بین آنها تفاوت با یکدیگر است. مقیاس دیگر، عبارت از مقیاس طبقه‌ای مرتب شده<sup>۳</sup> می‌باشد که طبقه‌های متغیر مورد نظر، در یک معنای کمی، با یکدیگر ارتباط داشته و در مقیاسی با طبقه‌های مرتب بیان می‌شوند (۸). مقیاس مورد بحث برای متغیرهای نوع موتور و روشهای آبیاری مقیاس اسمی و برای اندازه زمین، عبارت از مقیاس طبقه‌ای مرتب شده می‌باشد که می‌تواند در سه طبقه کوچک، متوسط و بزرگ قرار گیرد.

داده‌های مورد نیاز این مطالعه به روش نمونه‌گیری و پس از انجام محاسبات مربوط به آن، با استفاده از اطلاعات مقطعی حاصل از گندم کاران استفاده کننده از دو نوع موتور

۶- بین روشهای آبیاری و اندازه مزرعه اثر متقابل وجود ندارد. بنابراین،

$$H_0: (\beta\gamma)_{jr} = 0$$

$H_A$ : همه  $(\beta\gamma)$  ها برابر صفر نیستند

۷- فرضیه‌ای که بر پایه آن بین نوع موتورپمپ، روشهای مختلف آبیاری و اندازه مزرعه اثر متقابل وجود ندارد. بنابراین داریم،

$$H_0: (\alpha\beta\gamma)_{ij} = 0$$

$H_A$ : همه  $(\alpha\beta\gamma)$  ها برابر صفر نیستند

شکل ۱ طرح تحلیل واریانس عاملی این مطالعه را برای سه عامل در نظر گرفته شده نمایش می‌دهد. به دلیل وجود سه عامل یادشده، شکل این طرح به صورت سه بعدی درآمده است، که این عوامل بر هزینه آبیاری به صورت متقابل اثر می‌گذارند. هریک از خانه‌های این شکل، در حقیقت، اشتراک سه زیر مجموعه‌ای برای تشکیل یک ترکیب تیماری و به منظور تأثیر بر یک متغیر وابسته هزینه آبیاری با فراوانی خانه‌ای  $k$  (تعداد تکرار هر ترکیب تیماری) می‌باشد. زیر مجموعه اول عبارت از استفاده بهره برداران از

(یعنی  $\mu_{ijr} - \mu_i - \mu_j - \mu_r + 2\mu$ ) می‌باشند و  $e_{ijrk}$  معرف خطای تصادفی است.

به این ترتیب، در تحلیل واریانس سه عاملی این مطالعه که به دلیل فراوانی‌های خانه‌ای نامساوی (تکرارهای نامساوی در ترکیبات تیماری) به صورت یک طرح تجزیه واریانس نامتعادل<sup>۱</sup> تحلیل گردید، هفت فرضیه بررسی و مورد آزمون قرار گرفت:

۱- فرضیه‌ای که بر پایه آن میانگین همه سطوح عامل نوع موتور (عامل A) در جامعه با هم برابر است و در نتیجه، اثرهای اصلی آن صفر است. بنابراین داریم،

$$H_0: \alpha_i = 0$$

$H_A$ : همه  $\alpha$  ها برابر صفر نیستند

۲- میانگین همه سطوح عامل استفاده از روشهای مختلف آبیاری (عامل B) برابر است و در نتیجه اثرهای اصلی آن صفر است. بنابراین،

$$H_0: \beta_i = 0$$

$H_A$ : همه  $\beta$  ها برابر صفر نیستند

۳- میانگین همه سطوح عامل اندازه مزرعه (عامل C) برابر است و در نتیجه اثرهای اصلی آن صفر است. یعنی،

$$H_0: \gamma_i = 0$$

$H_A$ : همه  $\gamma$  ها برابر صفر نیستند

۴- فرضیه‌ای که بر پایه آن بین عامل نوع موتور پمپ و روشهای آبیاری اثر متقابل وجود ندارد. یعنی،

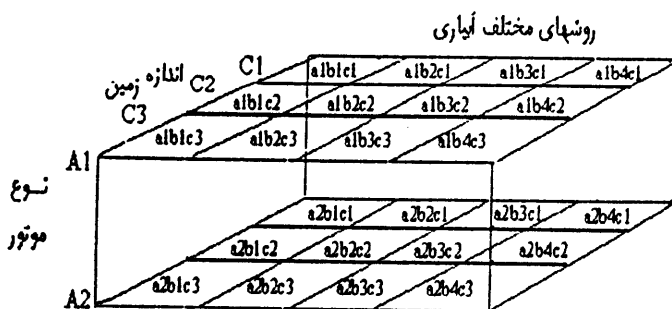
$$H_0: (\alpha\beta)_{ij} = 0$$

$H_A$ : همه  $(\alpha\beta)$  ها برابر صفر نیستند

۵- بین نوع موتور پمپ و اندازه مزرعه اثر متقابل وجود ندارد. یعنی،

$$H_0: (\alpha\gamma)_{ij} = 0$$

$H_A$ : همه  $(\alpha\gamma)$  ها برابر صفر نیستند



- A1 = موتورپمپ دیزلی
- A2 = موتورپمپ الکتریکی
- B1 = آبیاری کوهی
- B2 = آبیاری نواری
- B3 = آبیاری نپاری
- B4 = آبیاری بارانی
- C1 = اندازه کوچک
- C2 = اندازه متوسط
- C3 = اندازه بزرگ

شکل ۱ - طرح تحلیل واریانس سه عاملی تاثیر نوع موتور، روش آبیاری و

اندازه مزرعه بر هزینه آبیاری

بخشی از سطح خاک مرطوب می شود، تبخیر آب در مقایسه با سایر روشهای آبیاری سطحی به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش می یابد (۳ و ۷).

د - روش آبیاری بارانی: منظور از روش آبیاری بارانی، روشی است که در آن آبیاری بر روی سطح خاک به شکل قطراتی که تا حدودی مشابه باران طبیعی می باشند، انجام می شود. انتقال آب توسط یک سری لوله‌های اصلی و فرعی از محل پمپاژ به مزرعه صورت می گیرد. اگر این روش به صورت صحیح و با توجه به محدودیتهای محیطی بکار گرفته شود، می تواند راندمان بالایی داشته باشد. سیستمهای آبیاری بارانی بسیار متنوع بوده و معمولاً، شامل سیستم متحرک و یا ثابت می باشند. نظر به اینکه وزش باد می تواند یک عامل اصلی در انحراف مسیر جریان آب باشد، بایستی زمان استفاده از این سیستمها طوری برنامه ریزی شود تا ضایعات آب مصرفی به حداقل رسد (۷).

در زیر مجموعه سوم، به منظور سهولت بررسی تأثیر اندازه مزرعه بر هزینه‌های آبیاری، اندازه مزرعه بهره برداران با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای<sup>۱</sup> به سه طبقه کوچک، متوسط و بزرگ تقسیم بندی شده‌اند که به ترتیب برابر کوچکتر از ۱۰ هکتار، بین ۱۰ تا ۲۰ هکتار و بزرگتر از ۲۰ هکتار می باشند.

لازم به ذکر است که در محاسبه متغیر وابسته این مطالعه، پس از انجام محاسبات لازم جهت برآورد هزینه‌های تأمین انرژی موتورهای دیزلی و الکتریکی برای کشت یک هکتار محصول، کلیه هزینه‌های تعمیر و نگهداری سالانه هر یک از موتورها و سیستم آبیاری بارانی و، همچنین، هزینه‌های سرمایه گذاری اولیه موتورها و روشهای آبیاری بارانی، به صورت تقسیط سالانه این سرمایه گذاری در طول عمر مفید آن با نرخ تنزیل مناسب،

یکی از دو نوع موتور پمپ دیزلی و الکتریکی می باشد که با حرف a، نشان داده شده است. دومین زیر مجموعه روشهای مختلف آبیاری مورد استفاده بهره برداران را بیان می کند که برای تشخیص آنها تعریفهای زیر مورد توجه قرار گرفته‌اند:

الف - روش آبیاری کرتی: منظور از روش آبیاری کرتی یا حوضچه‌ای، روشی است که در آن، آب بایستی در ارتفاع مناسب در درون کرت نگه داشته شود و به موقع در خاک نفوذ نماید. در این روش، آب بوسیله نهر آبرسان به درون کرت هدایت شده و پس از آن، یا از کرتی به کرت دیگر انتقال می یابد و یا اینکه بوسیله نهرهای فرعی کوچک از نهر اصلی وارد هر کرت می شود (۷).

ب - آبیاری نواری: منظور از روش آبیاری نواری، روشی است که در آن مزرعه به تعدادی نوار تقسیم بندی می شود و معمولاً عرض نوار ۲۰-۱۰ متر و طول آن ۲۰۰-۱۰۰ متر است و نوارها به کمک چند پشته کوتاه از یکدیگر تفکیک می شوند. در این روش آب از نهر آبرسان به داخل نوارها هدایت شده و به آرامی در آن پیش می رود تا به انتهای نوار رسیده و تمام سطح خاک را مرطوب کند. در این روش سطح زمین واقع در میان پشته‌ها، اصولاً، تراز بوده تا پیشروی جبهه آب تمام عرض نوار را بپوشاند. لکن مسیر نوار کمی شیب دار می باشد تا جریان آب را به طرف جلو هدایت کند. از این روش برای گیاهان علوفه‌ای و غلات بیشتر استفاده می کنند (۷).

ج - روش آبیاری شیاری یا نشتی: منظور از روش آبیاری شیاری، روشی است که در آن، آب با جاری شدن در درون جویها و یا جویچه‌ها، فقط با قسمتی از زمین مستقیماً تماس داشته و در آن جریان می یابد و قسمت دیگر زمین در اثر نفوذ جانبی آب، خیس می خورد. لذا، با توجه به اینکه تنها

قرار می دهد.

الف - فرضیه  $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_{24}^2$

ب - فرضیه  $H_1$ : حداقل یک واریانس از کل واریانسهای موجود کاربرندیهای مختلف در جمعیت نمونه مطالعه وجود دارد که متفاوت از سایر واریانسهای کاربرندیها است. تحلیل واریانس عاملی و تجزیه و تحلیل دادهها توسط پاره‌ای از نرم افزارهای آماری از جمله بسته نرم افزارهای SPSSWIN و SAS قابل انجام است.

علاوه بر بررسی تأثیر مستقیم و متقابل عوامل بر یک متغیر وابسته (در اینجا هزینه آبیاری)، در مواردی که تأیید این تأثیرات، منجر به تصمیم‌گیری در مورد اجرای یک پروژه می‌گردد، توجیه اقتصادی اجرای این پروژه با استفاده از روشهای مختلف ارزیابی اقتصادی، ضروری است. در این مطالعه، به منظور ارزیابی اقتصادی تبدیل موتورهای دیزلی به الکتریکی از نسبت منفعت به هزینه<sup>۲</sup> استفاده گردید. این معیار عبارت از کل ارزش کنونی منافع احتمالی آینده طرح به کل ارزش حال هزینه‌های طرح می‌باشد. بر طبق این معیار، شرط اقتصادی بودن سرمایه‌گذاری این است که نسبت منفعت به هزینه طرح بیشتر از یک شود (۴). انواع موتور پمپ‌های مورد استفاده توسط بهره برداران بسته به شرایط مزرعه از جمله اندازه مزرعه، نوع خاک و ویژگیهای منبع استخراج آب، می‌تواند، متفاوت باشد. از اینرو، ارائه تحلیلی دقیق از نسبت منافع به هزینه‌های تبدیل موتورها با توجه به تنوع قیمت انواع آنها، امکان‌پذیر نیست. با این وجود، به منظور برآورد تحلیلی تقریبی از این نسبت، از قیمت و هزینه‌های راه اندازی انواع موتورهای مورد استفاده توسط بهره برداران و همچنین، هزینه‌های تأمین انرژی و نگهداری سالانه و قیمت موتور مستهلک شده آنها، استفاده گردید. انواع موتورهای دیزلی

در نظر گرفته شده است. به این منظور از فرمول "برگشت سرمایه" به صورت رابطه زیر استفاده گردید (۴):

$$A = P \left[ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] = P(A/P, i, n) \quad (2)$$

که در این فرمول،  $A$  ارزش سالانه هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه سیستم آبیاری بازاری،  $P$  هزینه سرمایه‌گذاری اولیه برای احداث و راه اندازی سیستم،  $i$  نرخ تنزیل و  $n$  طول دوره تحلیل، می‌باشند.

در تحلیل واریانس عاملی، قبل از برآورد واریانسهای مختلف، لازم است نسبت به حصول مفروضه‌های زیر اطمینان داشته باشیم (۸):

الف - ارزشهای به دست آمده هزینه در هر یک از جامعه‌های  $abc$  مربوط به ترکیب‌های مختلف کاربرندیها، از یک جامعه با توزیع نرمال نمونه برداری شده است.

ب - خطای  $e_{ijrk}$  در هر یک از ترکیب‌های کاربرندی و برای ترکیب‌های مختلف مستقل از یکدیگرند.

ج - خطاهای  $e_{ijrk}$  در همه جامعه‌های ترکیب‌های مختلف کاربرندیها، دارای واریانس  $\sigma^2 e$  است.

تحلیل واریانس عاملی در این مطالعه، نسبت به تخطی از مفروضه نرمال بودن ارزشهای متغیر وابسته بدست آمده، مقاوم، ولی، در برابر نایکسانی واریانسها نسبتاً حساس است. در صورتی که فراوانی‌های خانه‌ای ترکیبات تیماری مساوی باشند، تحلیل واریانس عاملی نسبت به نایکسانی واریانسها نیز کاملاً غیرحساس و مقاوم خواهد بود، اما، از آنجا که فراوانی‌های خانه‌ای برای داده‌های طرح تحلیل واریانس سه عاملی این مطالعه، نامساوی می‌باشند، قبل از انجام کلیه تحلیل‌های مورد بحث، نیاز به یک آزمون فرضیه ناهمسانی واریانسها می‌باشد. به این منظور، در این مطالعه از آزمون بارتلت استفاده گردید (۹). این آزمون صحت هر یک از دو فرضیه زیر را مورد سنجش

مورد استفاده در منطقه مورد مطالعه عبارت از، یانمار ۲۳ و ۲۸ اسب، پرکینز ۴ و ۶ سیلندر، بلاکستون ۱۶ و ۲۶ اسب، لیستر ۸ اسب و رومانی ۶۵ اسب می‌باشند. همچنین موتورهای الکتریکی ۲۰، ۲۵ و ۵۰ اسب بسته به شرایط مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد.

از آنجا که پس از تبدیل موتورهای دیزلی به الکتریکی، به علت عدم تغییر محدودیت‌های اساسی از جمله کارگر، کود و سم، میزان آب، سرمایه و اندازه زمین بهره برداران، احتمالاً، ترکیب کشت آنها قبل و بعد از تبدیل ثابت است، قیمت موتور دیزلی مستهلک شده زارعین و هزینه‌های تأمین انرژی و نگهداری سالانه آن، منافع این تبدیل و هزینه‌های راه اندازی، تأمین انرژی و نگهداری سالانه موتورهای الکتریکی، هزینه‌های این تبدیل را تشکیل می‌دهند. بنابراین، تبدیل موتور پمپ در تغییر درآمدهای زراعی بهره برداران، می‌تواند، مؤثر باشد.

به این ترتیب، نسبت منفعت به هزینه تبدیل موتورهای دیزلی به الکتریکی در طول عمر مفید موتورهای الکتریکی (به طور متوسط ۱۰ سال) با تقسیم منافع این تبدیل به هزینه‌های آن، به صورت رابطه (۳) به دست می‌آید:

= نسبت منفعت به هزینه تبدیل موتورهای دیزلی به الکتریکی

قیمت موتور مستهلک شده + ارزش کنونی هزینه‌های نگهداری و تأمین انرژی سالانه دیزلی  
(هزینه‌های خرید و راه‌اندازی + ارزش کنونی هزینه‌های نگهداری و تأمین انرژی سالانه) الکتریکی

به منظور تبدیل منافع و هزینه‌های سالانه به سال پایه، از فرمول ارزش کنونی منافع یا هزینه‌های سالانه به صورت زیر استفاده گردید (۴):

$$P = A \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} = A(P/A, i, n) \quad (4)$$

در این فرمول، P ارزش کنونی منافع و یا هزینه‌های سالانه، i نرخ تنزیل که برابر ۱۸٪ در نظر گرفته شده، n طول دوره تحلیل که برابر عمر مفید موتورهای الکتریکی یعنی ۱۰ سال است و A ارزش منافع یا هزینه‌های سالانه می‌باشند.

این نسبت، با توجه به اندازه زمین، برای بهره برداران دارای زمینهای کوچک، متوسط و بزرگ بطور جداگانه محاسبه گردید.

پس از تکمیل پرسشنامه‌های مربوطه و استخراج داده‌های موردنیاز، با داشتن داده‌های مربوط به میزان مصرف گازوئیل، روغن و برق موتورهای دیزلی و الکتریکی و همچنین، هزینه‌های تعمیر و نگهداری سالانه هریک از آنها، هزینه آبیاری توسط هریک از موتورها برای هر هکتار گندم کشت شده بوسیله بهره برداران، محاسبه گردید. به منظور دخالت دادن هزینه‌های سرمایه گذاری اولیه سیستم آبیاری بارانی در هزینه آبیاری محصول، این هزینه‌ها برای انواع روشهای آبیاری بارانی مورد استفاده بهره برداران و برای سه اندازه مزرعه کوچک، متوسط و بزرگ، با استفاده از اطلاعات به دست آمده از بانک کشاورزی استان فارس، محاسبه شد. سپس، هزینه‌های مذکور با استفاده از فرمول برگشت سرمایه (رابطه ۲)، به صورت هزینه منظم پرداخت سالیانه در طول دوره تحلیل طرح که برابر طول زمان بازپرداخت وام در نظر گرفته شد، تبدیل گردید. طول زمان بازپرداخت وام، برای سرمایه گذاری در تکنولوژیهای آب اندوز متغیر و تا ۱۰ سال نیز، می‌تواند باشد. نرخ بهره بانکی در نظر گرفته شده توسط بانک کشاورزی برای اینگونه سرمایه گذاریها، برابر ۱۳ درصد است که ۳ درصد آن برعهده بهره بردار و تقبل ۱۰ درصد آن، به صورت یارانه، توسط دولت صورت می‌گیرد. به این ترتیب، نرخ تنزیل و طول دوره تحلیل برای تبدیل هزینه‌های سرمایه گذاری اولیه به صورت سالانه، به ترتیب برابر ۳ و ۱۰ در نظر گرفته شد. با محاسبه هزینه‌های متغیر سالیانه آبیاری محصول و اضافه کردن هزینه‌های سرمایه گذاری در سیستم آبیاری بارانی بر این هزینه‌ها، بصورت پرداخت سالانه بهره برداران استفاده کننده از این روشها، متغیر وابسته‌ای با



جدول ۱- خلاصه نتایج آزمون واریانس همسانی و تحلیل واریانس سه عاملی تأثیر نوع موتورپمپ، روشهای آبیاری و اندازه زمین بر هزینه‌های آبیاری گندم آبی در شهرستان شیراز از جمعیت نمونه مورد مطالعه

منبع تغییرات	SS <sup>1</sup>	DF <sup>2</sup>	MS <sup>3</sup>	F <sup>4</sup>
اثر ثابت عامل A (نوع موتور)	۳۸۶۱۴۹۶۷	۱	۳۸۲۸۰۱۲۶۵	۱/۰۱
اثر ثابت عامل B (روشهای آبیاری)	۳۷۱۹۴۹۹۴۴۵۶	۳	۱۲۴۰۰۰۰۰۰۰	۳۲/۳۹**
اثر ثابت عامل C (اندازه زمین)	۱۳۶۱۶۷۶۰۱۲	۲	۶۸۰۸۳۸۰۰۶	۱/۷۸
اثر متقابل عوامل AB	۱۹۱۴۷۲۶۴۹۹۹	۳	۶۳۸۲۰۰۰۰۰	۱۶/۶۷**
اثر متقابل عوامل BC	۱۱۴۵۵۹۳۲۵۹۳	۶	۱۹۰۹۰۰۰۰۰	۴/۹۹**
اثر متقابل عوامل AC	۵۲۵۳۱۹۰۱۴۰	۲	۲۶۲۷۰۰۰۰۰	۶/۸۶**
اثر متقابل عوامل ABC	۷۲۶۲۶۳۷۵۰۵	۶	۱۲۱۰۰۰۰۰۰	۳/۱۶**
جمله خطا	۲۷۹۴۴۴۹۲۳۴۰	۷۳	۳۸۲۸۰۱۲۶۵	
مدل (کاربندی‌ها)	۱۱۳۶۹۰۰۰۰۰۰	۲۳	۴۹۴۳۰۰۰۰۰	۱۲/۹۱**
کل	۱۴۱۶۴۰۰۰۰۰۰	۹۶	۱۴۷۵۰۰۰۰۰	

Bartlett-box  $F(23,558) = ۰/۵۸۳$

SS(۱) = مجموع مجذورات بین گروهها.

$R^2 = ۰/۸۰۳$

DF(۲) = درجات آزادی.

$\bar{R}^2 = ۰/۷۴۱$

MS(۳) = میانگین مجذورات بین گروهها.

۴)علائم \* و \*\* معنی دار بودن آزمون F، به ترتیب در سطوح ۵ و ۱ درصد.

مأخذ: یافته‌های تحقیق

### نتایج و بحث

جدول ۱ نتایج حاصل از آزمون بارتلت و نتایج نهایی تحلیل واریانس حاصل از این بررسی را نشان می‌دهد. براساس این جدول، آزمون بارتلت انجام شده بیان‌کننده آن است که F محاسباتی با درجات آزادی در نظر گرفته شده از F جداول آماری در سطوح استاندارد مورد قبول کوچکتر می‌باشد. در نتیجه، فرضیه H<sub>1</sub> رد شده و فرضیه H<sub>0</sub> مبنی بر

عنوان "کل هزینه آبیاری محصول" بدست آمد که در تحلیل‌های مربوطه مورد استفاده قرار گرفت. به این ترتیب، تأثیر استفاده بهره برداران از موتورپمپ‌های دیزلی و موتورهای الکتریکی، با در نظر گرفتن تأثیر روشهای آبیاری و اندازه زمین بر متغیر کل هزینه آبیاری محصول، بوسیله تحلیل واریانس سه عاملی صورت پذیرفت.

جدول ۲- مقایسه آماری میانگین هزینه آبیاری گروههای مختلف عوامل در نظر گرفته شده با استفاده از آزمون چند

دامنه‌ای دانکن \*

عوامل مستقل	گروهها	میانگین هزینه آبیاری (ریال)
نوع موتور پمپ	موتور پمپ‌های دیزلی	۵۵۷۹۹۰(a)
	موتور پمپ‌های الکتریکی	۵۱۱۰۷۰(a)
روش‌های مختلف آبیاری	آبیاری کرتی	۳۶۴۷۱۰(c)
	آبیاری نواری	۴۴۱۴۴۵(b)
	آبیاری شیاری	۳۲۹۲۰۰(c)
	آبیاری بارانی	۹۸۶۵۶۰(a)
اندازه زمین	کوچک	۵۷۶۹۷۰(a)
	متوسط	۵۳۸۳۹۰(a)
	بزرگ	۴۷۸۲۳۰(a)

\* برای هر عامل، سطوحی که دارای حروف مشترک می‌باشند، دارای اختلاف معنی دار آماری در سطح ۰/۰۵ یا کمتر نمی‌باشند.

مأخذ: یافته‌های تحقیق

۳- آزمون F اثر اصلی عامل C، معنی دار نیست. در نتیجه، فرضیه  $H_0$  را نمی‌توان رد کرد و نمی‌توان گفت که اندازه زمین به تنهایی تأثیری بر هزینه آبیاری دارد.

۴- آزمون F اثرهای متقابل عوامل A و B در سطح کمتر از ۱٪ معنی دار است. در نتیجه، فرضیه  $H_0$  رد می‌شود. یعنی، حداقل یکی از ترکیب‌های مختلف نوع موتور پمپ و روشهای مختلف آبیاری وجود دارد که تأثیر متفاوت معنی داری بر هزینه آبیاری بهره برداران دارد.

۵- آزمون F اثرهای متقابل عوامل A و C در سطح کمتر از ۱٪ معنی دار است. در نتیجه، فرضیه  $H_0$  رد می‌شود. به این معنی که، هزینه آبیاری برای حداقل یک ترکیب بهره برداری که دارای اندازه زمین کوچک، متوسط یا بزرگ و نوع موتور

صحت فرضیه همسانی واریانسها تأیید می‌گردد.

خلاصه نتایج تحلیل واریانس عاملی داده‌های مورد بررسی درباره اثرهای اصلی و متقابل عوامل A، B و C، با توجه به آزمونهای F انجام شده در جدول ۱، جهت تأیید یا رد فرضیه‌های  $H_0$  و  $H_A$  را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

۱- آزمون F اثر اصلی عامل A، معنی دار نیست. در نتیجه، فرضیه  $H_0$  را نمی‌توان رد کرد و نمی‌توان گفت که نوع موتور پمپ به تنهایی تأثیری بر هزینه آبیاری دارد.

۲- آزمون F اثر اصلی عامل B، در سطح کمتر از ۱ درصد معنی دار است. در نتیجه، فرضیه  $H_0$  رد شده و حداقل یکی از روشهای آبیاری تأثیری متفاوت از سایر سطوح آبیاری بر هزینه گندم دارد.

جدول ۳- مقایسه آماری میانگین هزینه آبیاری ترکیبات مختلف کاربندی‌های عوامل نوع موتور، هزینه آبیاری و اندازه زمین بهره برداران مورد مطالعه با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن

رتبه	اختلاف آماری <sup>۴</sup>	میانگین	روش آبیاری <sup>۳</sup>	نوع موتور <sup>۲</sup>	اندازه زمین <sup>۱</sup>
۱۲	gh	۲۹۶۶۱	۱	۱	۱
۳	b	۹۷۹۹۵	۲	۱	۱
۱۰	ef	۳۶۵۶۳	۳	۱	۱
۱	a	۱۱۲۸۴۸	۴	۱	۱
۱۹	jkl	۱۷۷۵۰	۱	۲	۱
۱۶	ij	۲۴۲۷۳	۱	۲	۱
۲۴	n	۸۴۱۵	۳	۲	۱
۴	b	۹۵۸۴۲	۴	۲	۱
۱۸	jk	۲۱۴۴۰	۱	۱	۲
۸	d	۶۵۴۹۶	۲	۱	۲
۱۱	fg	۳۳۵۱۳	۳	۱	۲
۲	a	۱۰۷۵۳۰	۴	۱	۲
۲۲	lmn	۱۲۶۲۳	۱	۲	۲
۹	e	۳۹۵۷۵	۲	۲	۲
۱۷	jk	۲۱۵۷۰	۳	۲	۲
۵	c	۸۵۲۰۰	۴	۲	۲
۱۴	hij	۲۶۵۹۳	۱	۱	۳
۱۵	hij	۲۵۳۷۲	۲	۱	۳
۱۳	ghi	۲۹۲۳۲	۳	۱	۳
۶	c	۸۳۳۹۰	۴	۱	۳
۲۳	mn	۱۱۵۳۹	۱	۲	۳
۲۱	klm	۱۶۸۵۰	۲	۲	۳
۲۰	kl	۱۷۱۵۰	۳	۲	۳
۷	d	۶۶۵۰۰	۴	۲	۳

(۱) شماره گروههای مختلف در این ستون عبارتند از: اندازه زمین ۱- کوچک ۲- متوسط ۳- بزرگ

(۲) شماره گروههای مختلف در این ستون عبارتند از: نوع موتور پمپ ۱- دیزلی ۲- الکتریکی

(۳) شماره گروههای مختلف در این ستون عبارتند از: روش آبیاری ۱- کرتی ۲- نواری ۳- شیاری ۴- بارانی

(۴) میانگین هایی که دارای حروف مشترک می‌باشند دارای اختلاف معنی دار آماری در حد کمتر از ۵٪ نیستند.

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۴ - هزینه‌ها و منافع تبدیل موتورهای دیزلی به الکتریکی (ریال)

نوع موتور	اندازه	هزینه خرید و راه اندازی	هزینه‌های نگهداری و تأمین انرژی سالانه	قیمت موتور مستهلک شده
موتور کوچک	کوچک	-	۱۳۲۵۳۹۰	۵۰۵۷۷۴۰
دیزلی متوسط	متوسط	-	۲۷۷۷۲۰۰	۶۵۸۰۰۰۰
دیزلی بزرگ	بزرگ	-	۴۹۸۲۹۸۰	۸۰۵۰۰۰۰
موتور کوچک الکتریکی	کوچک	۲۲۳۱۲۵	۶۰۲۷۵۰	-
موتور متوسط الکتریکی	متوسط	۲۴۵۰۰۰	۹۳۶۰۲۰	-
موتور بزرگ الکتریکی	بزرگ	۳۶۵۰۰۰	۱۱۵۳۹۲۰	-

مأخذ: یافته‌های تحقیق

دامنه‌ای دانکن، جداول ۲ و ۳ به ترتیب، برای هر یک از گروه‌های عوامل مستقل در نظر گرفته شده و ترکیبات مختلف تیماری این عوامل، تهیه گردیده است. براساس جدول ۲، بین میانگین هزینه آبیاری عوامل مستقل نوع موتور و اندازه زمین، اختلاف معنی دار آماری در سطح ۵٪ یا کمتر وجود ندارد. این در حالی است که بین سطوح روشهای آبیاری در نظر گرفته شده اختلاف معنی دار آماری وجود دارد، به طوری که تنهایی هزینه آبیاری روشهای کرتی و شیاری اختلاف معنی دار آماری وجود ندارد. ترتیب افزایش هزینه آبیاری بین چهار روش عبارت از روش آبیاری شیاری، کرتی، نواری و بارانی می‌باشد. از طرف دیگر مقایسه آماری ترکیبات مختلف تیماری در جدول ۳، نشان می‌دهد که کمترین و بیشترین هزینه آبیاری به ترتیب مربوط به بهره برداران ترکیبات تیماری عوامل اندازه زمین کوچک - موتور الکتریکی - آبیاری شیاری و اندازه زمین کوچک - موتور دیزلی - آبیاری بارانی است. آنچه که از یک مقایسه کلی میانگینهای جدول ۳ می‌توان استنباط کرد آن است که ترکیبات عوامل نوع موتور و روش آبیاری یکسان و اندازه زمین متفاوت، یک روند تقریبی کاهش هزینه آبیاری با

دیزلی یا الکتریکی است، متفاوت از سایر ترکیبات عاملی اندازه زمین و نوع موتور است.

۶- آزمون F اثرهای متقابل عوامل B و C در سطح کمتر از ۱٪ معنی دار است. در نتیجه، فرضیه  $H_0$  رد می‌شود. یعنی، هزینه‌های آبیاری برای حداقل یک ترکیب روش آبیاری و اندازه زمین نسبت به سایر ترکیبهای این دو عامل متفاوت است.

۷- معنی دار بودن آزمون F اثرهای متقابل عوامل A, B و C در سطح کمتر از ۱٪، حاکی از آن است که ترکیب‌های مختلف انواع موتورهای دیزلی و الکتریکی، روشهای مختلف آبیاری و اندازه‌های زمین، هزینه‌های آبیاری متفاوتی را دربر دارند.

$R^2$  مدل بیان کننده آن است که ۸۰٪/۳ از تغییرات متغیر وابسته یعنی هزینه‌های آبیاری توسط عوامل مستقل در نظر گرفته شده، توضیح داده می‌شود. با توجه به نتایج به دست آمده در جدول (۱)، مقایسه میانگین گروههای عوامل مستقل، به تنهایی و بدون در نظر گرفتن تأثیر گروههای سایر عوامل، ممکن است کار درستی نباشد. به منظور مقایسه آماری میانگینهای هزینه‌های آبیاری براساس آزمون چند

هزینه آبیاری دو سطح عامل نوع موتور پمپ و تأیید اثرات متقابل این عامل با عوامل روش آبیاری و اندازه زمین، باید دید که با تغییر تکنولوژی استفاده از موتور پمپ بهره برداران استفاده کننده از یک روش آبیاری با اندازه زمین مشخص و ثابت از دیزلی به الکتریکی، هزینه‌های آبیاری در چه جهتی حرکت خواهد کرد. به این منظور، بررسی نسبت منفعت به هزینه تبدیل موتورهای دیزلی به الکتریکی، ضروری به نظر می‌رسد. جدول (۴) هزینه‌های تأمین انرژی و نگهداری سالانه موتورهای دیزلی و الکتریکی و همچنین قیمت موتورهای دیزلی مستهلک شده و قیمت خرید و راه اندازی موتورهای الکتریکی را برای اندازه‌های زمین کوچک، متوسط و بزرگ نشان می‌دهد.

با استفاده از رابطه (۴)، کلیه هزینه‌های نگهداری و تأمین انرژی سالانه موتورهای دیزلی و الکتریکی، به سال پایه تبدیل و نسبت منافع به هزینه‌های سالانه تبدیل موتورهای دیزلی به الکتریکی، از رابطه (۳) به دست می‌آید. این نسبت برای اندازه‌های زمین کوچک، متوسط و بزرگ به ترتیب برابر  $۲/۲۳$ ،  $۲/۸۶$  و  $۳/۴۵$  می‌باشد. به این ترتیب، به دلیل اینکه نسبت‌های یاد شده برای هر سه اندازه زمین بزرگتر از یک می‌باشد، صرفه اقتصادی تبدیل موتور پمپ‌های دیزلی به الکتریکی برای مناطقی که به هر دو منبع تأمین انرژی سوخت‌های فسیلی و برق دسترسی داشته و انتقال انرژی الکتریکی به مزرعه، هزینه‌ای دربر نداشته باشد (از نظر هزینه‌های تیرگذاری توأم با سیم کشی و تجهیزات مربوطه)، تأیید می‌گردد.

در بعضی از مناطق انتقال انرژی الکتریکی به مزرعه، به دلیل فاصله نسبتاً زیاد نزدیکترین تیر برق تا مزرعه، توأم با هزینه است. اگر در این مناطق سهم هزینه تیرگذاری، سیم کشی و غیره از نزدیکترین تیر برق تا مزرعه مورد نظر را، به عنوان یکی دیگر از هزینه‌های راه اندازی موتورهای

افزایش اندازه زمین را نشان می‌دهند. از طرفی، بین ترکیباتی که دارای اندازه زمین بزرگ، روشهای آبیاری کرتی، نواری و شیاری و هریک از دو نوع موتور پمپ دیزلی یا الکتریکی اند، اختلاف معنی دار کمتری به چشم می‌خورد. بنابراین، می‌توان گفت که عامل اندازه زمین بزرگ، تا حدودی، تعدیل کننده هزینه‌های آبیاری سه روش آبیاری مذکور برای هر سطح نوع موتور پمپ می‌باشد. نتایج دیگر جدول ۳، نشان می‌دهد که ترکیباتی که در هر یک از گروههای عوامل اندازه زمین و نوع موتور پمپ بوده و دارای روش آبیاری بارانی اند، دارای هزینه آبیاری بیشتر و با اختلاف معنی دار آماری با سایر روشهای آبیاری می‌باشند. با این وجود، این هزینه‌ها از اندازه‌های زمین کوچک به اندازه‌های زمین بزرگ و از موتور پمپ دیزلی به موتور پمپ الکتریکی کاهش می‌یابد. با وجودی که هزینه آبیاری توسط سیستم بارانی، حداکثر هزینه را، در میان سایر روشهای آبیاری بارانی در این مطالعه تشکیل داده، به طوری که حتی به صورت عامل مستقل نیز اختلاف معنی داری با سایر روشها دارد، ولی نتایج حاصل از مطالعات دیگر از جمله مطالعه جعفری (۲)، نشان می‌دهد که در شرایطی که امکان افزایش سطح زیر کشت وجود دارد، سرمایه‌گذاری در تکنولوژی آب اندوز (روشهای آبیاری بارانی)، باعث گسترش سطح زیر کشت محصولات سودآور شده که در نتیجه، افزایش هزینه سیستم آبیاری بارانی با افزایش درآمد حاصل شده جبران شده و در نهایت، افزایش راندمان تولید آب را به همراه خواهد داشت. لازم به ذکر است که در صورتی که هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه بارانی، در محاسبه هزینه آبیاری محصول دخالت داده نشود، هزینه‌های جاری آبیاری بارانی از سایر روشهای آبیاری کمتر و برابر  $۱۷۰۵۲۰$  ریال می‌گردد.

به دلیل، عدم وجود اختلاف آماری بین میانگین

الکتریکی در نظر بگیریم، با به دست آوردن متغیر مجهول X از رابطه زیر، می توان به حداکثر مبلغی که در صورت هزینه شدن در انتقال انرژی الکتریکی به مزرعه، تبدیل موتورهای دیزلی به الکتریکی، توأم با صرفه اقتصادی است، دست یافت:

$$X = \frac{\text{قیمت موتور مستهلک شده} - \text{ارزش کنونی هزینه های نگهداری و تأمین انرژی سالانه دیزل}}{\text{ارزش کنونی هزینه های نگهداری و تأمین انرژی سالانه الکتریکی}}$$

به این ترتیب، در صورتی که میانگین هزینه تیرگذاری، سیم کشی و غیره برای فاصله های دور و نزدیک زمینهای با اندازه های کوچک، متوسط و بزرگ به ترتیب، حداکثر برابر با ۶۰۷۴۰۳۰، ۱۲۴۰۴۲۶۰ و ۲۱۶۰۷۸۰۰ ریال باشد، تبدیل موتورهای دیزلی به الکتریکی اقتصادی خواهد بود.

بنابراین، با توجه به نتایج حاصل از تحلیل واریانس عاملی هزینه های آبیاری و تحلیل نسبت منافع به هزینه های تبدیل موتور پمپ های دیزلی به الکتریکی، توصیه می شود که در مناطقی که امکان استفاده از انرژی الکتریکی برای بهره برداران وجود دارد، اقدامات لازم در جهت افزایش انگیزه زارعین برای تبدیل موتور پمپ های دیزلی خود به الکتریکی انجام پذیرد. این اقدامات می تواند شامل اقدامات ترویجی و اعتباری باشد. همچنین، به دلیل تأثیر روشهای آبیاری بر هزینه آبیاری، در هنگام تبدیل موتورهای دیزلی به الکتریکی و ارائه خدمات اعتباری توسط منابع اعتباری

دولتی، اقدامات لازم در جهت شناساندن و ترغیب زارعین در بکارگیری روش آبیاری متناسب با ویژگیهای مزرعه صورت پذیرد. در صورت امکان گسترش سطح زیر کشت محصولات بهره برداران و برای مزارع با اندازه های بزرگ، روش آبیاری بارانی در حالت مناسب بودن شرایط اقلیمی و منطقه ای، به دلیل صرفه جویی در مصرف آب و افزایش راندمان آن عامل تولید، پیشنهاد می گردد. در غیر اینصورت، روش های آبیاری شیاری و کرتی به دلیل کمتر بودن تبخیر آب و دارا بودن حداقل هزینه آبیاری در میان سایر روشها، توصیه می شوند. از طرفی، به دلیل تأثیری که افزایش اندازه زمین بر کاهش هزینه های آبیاری دارد، کوشش در جهت توسعه تعاونی ها و کشت های اشتراکی، علاوه بر برخوردار کردن زارعین از استفاده از سایر صرفه های اقتصادی واحدهای بزرگ که در بحث های اقتصاد کشاورزی مطرح است (۵)، هزینه های آبیاری پائین تری را به عنوان یکی دیگر از مزایای واحدهای بزرگ برای آنها در پی دارد. مجموع نتایج حاصل از این مطالعه، ترکیبی از موتور پمپ های الکتریکی، روش آبیاری مناسب و زمینهای با مقیاسی بیش از ۲۰ هکتار، که حداقل هزینه آبیاری را در پی دارند، برای زارعینی که دارای این مقدار زمین هستند و یا زارعینی که به صورت اشتراکی کشت می نمایند را، پیشنهاد می کند.

## REFERENCES

۱. امین، س. و ع. ر. سپاسخواه، ۱۳۷۲. ارزیابی اتلاف انرژی در پمپاژ آب مزارع کشاورزی اطراف شیراز. تحقیقات کشاورزی ایران، شماره ۱۲: ۱۱۵-۱۲۸.
۲. جعفری، ع. م. ۱۳۷۶. تحلیل اقتصادی سرمایه گذاری در تکنولوژی آب اندوز: مطالعه موردی در استان همدان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.
۳. ربور، ه. و م. دولوایه، ۱۳۶۲. روشهای جدید آبیاری سطحی و بارانی. ترجمه جمشید خیرابی، انتشارات دانشگاه تهران.

## مراجع مورد استفاده

۴. سلطانی، غ.ر. ۱۳۶۹. اقتصاد مهندسی. دانشگاه شیراز.
۵. سلطانی، غ.ر. و ب. نجفی، ۱۳۶۲. اقتصاد کشاورزی. مرکز نشر دانشگاهی، تهران.
۶. وزارت کشاورزی، ۱۳۷۴. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۷۴. معاونت طرح و برنامه. اداره کل اطلاعات و آمار. شماره ۱۸.
۷. هانسن، وان. ای. ا. دلیو، ا. نیلسن و گ. ای. استرینگهام، ۱۳۷۱. اصول عملیات آبیاری. ترجمه سید محمد حسین ابریشمی، انتشارات معاونت فرهنگی آستان قدس رضوی، مشهد.
۸. هومن، ح.ع. ۱۳۷۳. استنباط آماری در پژوهش رفتاری. نشر پارسا. تهران.
9. Montgomery, D.C. 1991. Design and Analysis of Experiment. 3th Ed. John Wiley & Sons Publisher, USA.
10. Nichols, J.F., S.E. Leiter, L.S. Verity & P.L. Adams. 1990. Effect of age and aerobic on resting metabolic rate and the thermic effect of food in healthy men. Nutrition research, Vol. 10(10): 1161-1170.
11. Patena, C.C., M.R. Orticio & H.U. Neue. 1994. Effect of continuous cropping on P status of deficient soils in farmers' Field and the growth and yield of 2 rices. Philippine Journal of Crop Science, Vol. 19: 52-59.
12. Robin, C., M.L. Desprez-Loustau & C. Delatour. 1992. Factors influencing the enlargement of trunk cankers of *Phytophthora cinnamomi* in red oak. Canadian Journal of Forestal Research, Vol. 22(3): 367-374.
13. Sugondo, B. 1990. Effect of triacontanol application on germination and early growth of rubber seedlings. Risalah Penelitian Pusat Penelitian Perkebunan Getas (Indonesia), Vol. 16: 9-22 (Abst.).
14. Thompson, G. & C. Hunnicutt. 1944. The effect of praise and blame on the work achievement of introverts and extroverts. Journal of Educational Psychology, Vol. 35: 257-266.
15. Trumble, J.T., W.J. Moar, Brewer & W.G. Carson. 1991. Impact of UV radiation on activity of linear furanocoumarins and *Bacillus Thuringiensis* var. *Kurstaki* against *Spodoptera exigua*: implications for tritrophic interaction. Journal of Chemical Ecology, Vol. 17(5): 973-987.

**Application of Factorial Analysis of Variances Method in Studying  
Motor Type, Irrigation Method, and Farm Size Effects on Irrigation  
Costs: A Case Study on Wheat in Shiraz City**

**A. R. NIKOOIE<sup>1</sup>, J. TORKAMANI<sup>2</sup>**

1- Researcher, Agricultural Economics, Agricultural Research  
Center, Isfahan 2- Associate Professor Agricultural Economics  
Shiraz University, Iran.

Accepted Nov. 2, 2000

**SUMMARY**

In this study, the effect of three factors namely motor type, irrigation method, and farm size on irrigation costs, were studied, using factorial analysis of variances method. The needed data applied in the study were collected using Multi Stage Stratified Sampling of farmers during 1375-76 cropping season. The study sample included 97 wheat producing farmers, electro-pump and diesel motor-pump users, in Shiraz city of Fars province. Results indicated significant difference between irrigation costs, using electro Vs. diesel motor-pumps and for different irrigation methods, and farm sizes. Also, it was found that the benefit-cost ratio of substituting the electro-pumps with diesel motor-pumps for small, medium and large farm sizes was greater than unity. Therefore, these transfers will be beneficial. But, if there were large distances between nearest electrical power supply and farm land, substitution will only be profitable with maximum transfer costs of 607403, 12404260 and 21607800 rials for small, medium and large farm sizes, respectively.

**Key words:** Factorial analysis, Electro-pumps, Diesel motor, Pumps, Benefit-Cost ratio