



## فرا تحلیل سطح اثر کودنیترژن بر عملکرد گیاهان صنعتی

نبی خلیلی اقدم<sup>۱\*</sup> و هدیه مصنوعی<sup>۲</sup>

استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، آذکری زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۱/۲۸

### چکیده

**سابقه و هدف:** فرا تحلیل روشی برای مقایسه آماری نتایج حاصل از مطالعات مستقل از هم در خصوص یک موضوع است، در واقع فرا تحلیل نوعی پژوهش درباره پژوهش‌های دیگر است و به کمک آن می‌توان پژوهش‌های متعددی را که در مورد یک موضوع خاص انجام شده مجدداً مورد مطالعه قرار داده و به صورت آماری با یکدیگر مقایسه کرد و این رهیافت خود یک پژوهش مستقل محسوب می‌شود. در فرا تحلیل جامعه آماری مجموعه پژوهش‌های قبلی و واحد پژوهش هر یک از پژوهش‌های اولیه و مستقل پیشین است. بنابراین، فرا تحلیل نوعی تحلیل هاست. به منظور بررسی و انسجام بخشیدن به نتایج حاصل از اثر سطوح مختلف کودنیترژن بر تولید چند گیاه مهم صنعتی، این تحقیق در قالب فرا تحلیل با دو رویکرد محاسبه اندازه اثر و لگاریتم نسبت پاسخ به اجرا درآمد. لذا در گام اول بسته به دامنه و میزان دسترسی به مقالات داده‌های اثر سطوح مختلف کودنیترژن با منبع اوره بر عملکرد دانه، غده، درصد قند، روغن و پروتئین برخی از مهم‌ترین گیاهان زراعی صنعتی (کنجد، چغندر قند، گلرنگ، آفتابگردان، سیب‌زمینی، پنبه، سویا) که در آن تیمارهای کودی در مقابل شاهد مقایسه شده باشند، استخراج شدند. سپس اندازه اثر و لگاریتم نسبت پاسخ با رویه هدف محاسبه و در نهایت پس از احتساب مقادیر انحراف استاندارد، معنی‌دار بودن یا نبودن اندازه اثر و نسبت‌های پاسخ مشخص شدند.

**مواد و روش‌ها:** در این تحقیق از مطالعات مختلف زراعی نشر یافته در مجلات معتبر دانشگاهی، پایگاه‌های اطلاعاتی استنادی جهان اسلام، جهاد دانشگاهی که در آن بسته به دامنه و میزان دسترسی به مقالات در زمینه اثر کود نیترژن با منبع اوره بر عملکرد دانه، غده، درصد قند، روغن و پروتئین برخی از مهم‌ترین گیاهان زراعی صنعتی (کنجد ۱۶ مقاله)، چغندر قند (۱۲ مقاله)، گلرنگ (۲۰ مقاله)، آفتابگردان (۱۳ مقاله)، سیب‌زمینی (۱۷ مقاله)، پنبه (۲۰ مقاله)، سویا (۱۰ مقاله) که در آن تیمارهای کودی در مقابل شاهد مقایسه شده باشند، استفاده شد.

**یافته‌ها:** نتایج فرا تحلیل اثر سطوح مختلف کود نیترژن بر گیاهان صنعتی مورد مطالعه نشان داد که اثر کودنیترژن به استثنای برخی صفات مانند درصد روغن در کنجد، درصد قند چغندر قند (به استثنای سطح ۱۸۰-۲۰۰ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد وش و دانه پنبه (تیمار ۵۰-۷۰ کیلوگرم)، بر عملکرد دانه گلرنگ، آفتابگردان، سویا، دانه و درصد پروتئین کنجد، عملکرد غده سیب‌زمینی، عملکرد ریشه و درصد قند چغندر قند و عملکرد دانه و وش پنبه معنی‌دار بود. بر همین اساس سطح بهینه مصرف کود برای سویا (۲۰۰ کیلوگرم، افزایش ۷۱/۹۰ درصد عملکرد)، سیب‌زمینی (۸۰-۱۰۰ کیلوگرم، افزایش ۶۷/۸۵ درصد عملکرد غده)، گلرنگ (۹۰-۱۰۰ کیلوگرم، افزایش ۴۸/۸۵ درصد عملکرد)، آفتابگردان (۱۵۰ کیلوگرم، افزایش ۴۳/۱۷ درصد عملکرد)، پنبه (۳۰۰ کیلوگرم، افزایش ۲۸/۸۴ و ۳۴/۷۶ درصد به ترتیب برای عملکرد دانه و وش)، چغندر قند (۲۰۰-۱۸۰ کیلوگرم، افزایش

\*نویسنده مسئول: [nkhaliliaqdam@yahoo.com](mailto:nkhaliliaqdam@yahoo.com)

۳۵/۴۳ درصد عملکرد ریشه) و کنجد (۵۰ کیلوگرم، افزایش ۴۹/۶۳ درصد عملکرد دانه و ۹۰-۱۰۰ کیلوگرم، افزایش ۲۴/۴۷ درصد پروتئین) بود.

**نتیجه‌گیری:** از نتایج این تحقیق چنین برمی‌آید که سطوح بهینه استخراجی کودنیترژن برای گیاهان تا همان حدود تخمین زده سبب افزایش تولید خواهد شد. بنابراین استفاده از سطوح کودنیترژن به تفکیک برای هر گیاه ضمن دستیابی به بالاترین درصد عملکرد، کمترین میزان نهاده ورودی به مزرعه، کاهش هزینه‌های زارع و از همه مهم‌تر کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی با توجه به آبشویی بالای کودهای ازته را در پی دارد.

**واژه‌های کلیدی:** اندازه اثر، سطح بهینه، عملکرد، کود، نسبت پاسخ.

### مقدمه

کرد (۱۳). هدف فرا تحلیل به دست آوردن اطلاعات بیشتر از اطلاعات موجود است که با روی هم ریختن نتایج مطالعه‌های کوچک‌تر و با یک یا چند آنالیز آماری حاصل می‌شود. به این ترتیب نتایجی که ممکن است در مطالعه‌های کوچک‌تر کشف نشود، با استفاده از فرا تحلیل ده‌ها مطالعه کوچک قابل حصول خواهد بود (۲، ۹ و ۱۶). در واقع فرا تحلیل، تحلیل آماری یک مجموعه بزرگ از نتایج آماری مربوط به مطالعات مختلف به منظور یکپارچه‌سازی یافته‌های آن است (۱۰).

امروزه رویکردهای کمی و کیفی برای انجام فرا تحلیل ارائه شده که بر اساس آن روش‌های آماری متفاوتی از جمله جمع لگاریتم‌ها، جمع احتمالات، جمع  $t$  ها، جمع  $Z$  ها و روش بلوک‌بندی نیز تعریف شده‌اند و معروف‌ترین آن‌ها رویکرد فرا تحلیل هرگز است. در این روش نه تنها به اختلاف میان مطالعات توجه می‌شود، بلکه واریانس اندازه اثر مطالعات نیز محاسبه می‌شود (۹). در فرا تحلیل، جامعه آماری، مجموعه پژوهش‌های قبلی بوده و واحد پژوهش هر یک از پژوهش‌های اولیه و مستقل پیشین است و لذا فرا تحلیل نوعی تحلیل هاست (۵).

این روش آماری اولین بار در مطالعات روانشناسی و پزشکی مورد استفاده قرار گرفت و سپس با شروع مطالعات گورویچ و همکاران (۱۹۹۲) در بوم‌شناسی

گیاهان صنعتی بعد از غلات دومین منبع مهم تأمین انرژی هستند و از روغن دانه‌های آن‌ها در مصارف غذایی انسان‌ها و از کنجاله آن‌ها برای غذای دام، داروسازی، صابون‌سازی و سوخت استفاده می‌شود (۱۸). کشت و زراعت گیاهان صنعتی در ایران علی‌رغم پتانسیل بالای تولید آن‌ها در خاک‌های نسبتاً فقیر صورت می‌گیرد که این امر موجب کاهش تولید آن‌ها شده و کشاورزان را ناگزیر به افزایش مصرف کودهای شیمیایی نموده است (۱۹). تحقیقات نشان داد که بیش از ۵۰ درصد افزایش تولیدات محصولات زراعی به دلیل استفاده از کودهای شیمیایی است. در این میان سهم کود نیترژن بیش از سایر کودهاست (۳) و کنترل مصرف کودهای شیمیایی از نظر مشکلات زیست‌محیطی و صرفه‌جویی در مصرف و کاهش قیمت محصولات تولیدی در گیاهان صنعتی ضروری می‌باشد (۲۱).

فرا تحلیل روشی برای مقایسه آماری نتایج حاصل از مطالعات مستقل از هم در خصوص یک موضوع است (۱۲). در واقع فرا تحلیل نوعی پژوهش درباره پژوهش‌های دیگر است و به کمک آن می‌توان پژوهش‌های متعددی را که در مورد یک موضوع خاص انجام شده را به صورت آماری با یکدیگر مقایسه

بر متر بر ثانیه و اثرات مثبت هورمون، هیدرو و اسموپرایمینگ را بر تولید گندم تأکید کرده‌اند (۱۱). کوچکی و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای تنوع زیستی کشت ورزی ایران از طریق فرا تحلیل به این نتیجه رسیدند که بیشترین و کمترین تنوع گونه‌ای بر اساس شاخص شانون مربوط به محصولات باغی (۱/۹۵) و گیاهان علوفه‌ای (۰/۶۰) بود (۱۳). نتایج فرا تحلیل سلطانی و سلطانی (۲۰۱۵) نیز نشان داد که در مجموع پرایمینگ باعث افزایش چهار و ۱۷ درصدی، سرعت و درصد جوانه‌زنی شده است و مدت‌زمان پرایمینگ ۱۲-۲۴ ساعت نسبت به سایر دوره‌های زمانی پرایمینگ اثر مثبت بیشتری روی سرعت و درصد داشت. ضمن اینکه استفاده از اسیدهای آلی، هورمون‌ها و هیدروپرایمینگ سبب بیشترین افزایش در درصد جوانه‌زنی شدند (۲۰).

با توجه به تعداد زیاد تحقیقات انجام‌گرفته و پراکندگی نتایج آزمایش‌ها اثر کود نیتروژن و اهمیت دستیابی به یک نتیجه‌گیری نهایی در زمینه تأثیر کودهای نیتروژن بر تولید گیاهان صنعتی و از طرفی لزوم منسجم سازی و کاربردی کردن این نتایج و اینکه تاکنون مطالعه جامعی در این مورد ایران انجام نگرفته است، انجام این تحقیق در جهت پاسخ به برخی سؤالات در زمینه بهینه‌ترین سطح کود نیتروژن و میزان اثر هر مقدار از کود بر تولید گیاه، انجام شد.

### مواد و روش‌ها

**محاسبه اندازه اثر:** در این تحقیق از مطالعات مختلف زراعی نشر یافته در مجلات معتبر دانشگاهی، پایگاه‌های اطلاعاتی استنادی جهان اسلام، جهاد دانشگاهی و مگیران که در آن بسته به دامنه و میزان دسترسی به مقالات در زمینه اثر کود نیتروژن با منبع اوره بر عملکرد دانه، غده، درصد قند، روغن و پروتئین برخی از مهم‌ترین گیاهان زراعی صنعتی

نیز بکار گرفته شد، اما در علوم کشاورزی روش نسبتاً جدیدی محسوب می‌شود که در سال‌های اخیر مورد توجه محققین قرار گرفته است (۶ و ۲۳). والکاما و همکاران (۲۰۰۹) در فرا تحلیلی به بررسی تأثیر مقادیر مختلف کود فسفر بر عملکرد گیاهان زراعی پرداختند. نتایج این فرا تحلیل حاکی از آن بود که کاربرد کود فسفر در اغلب گیاهان زراعی سبب افزایش عملکرد تا حدود ۱۱ درصد شده است (۲۱). نتایج متاآنالیز دیگری در خصوص اثر بازدارنده‌های نیتریفیکاسیون و اوره آز، روی تولید محصول و کارایی استفاده از نیتروژن نشان داد که استفاده از بازدارنده‌های نیتریفیکاسیون و اوره به ترتیب باعث افزایش ۷/۵ و ۱۲/۹ درصدی عملکرد و کارایی استفاده از نیتروژن در خاک‌های با بافت کوارتز، سیستم‌های تحت سیستم آبیاری مکانیزه و اراضی با مصرف بالای نیتروژن در آن‌ها شد (۱). لو و همکاران (۲۰۰۱) نیز در مطالعه فرا تحلیلی روی میزان ترسیب کربن در خاک طی تبدیل سیستم زراعی رایج (شخم) به سیستم بدون شخم بر روی ۶۹ مطالعه مستقل گزارش دادند که در بسیاری از موارد سیستم‌های بدون شخم سبب افزایش میزان کربن آلی خاک نشد (۱۴). در مطالعه تونیتو و همکاران (۲۰۰۶) نیز با مرور ۳۵ مطالعه، فرا تحلیلی بر روی میزان عملکرد گیاه زراعی و پویایی نیتروژن در شرایط جایگزینی آیش بدون پوشش با گیاه پوششی در نظام‌های کشت فشرده انجام دادند (۲۱). در پژوهش‌های کشاورزی ایران موارد استفاده از فرا تحلیل در سطح کمی انجام شده است. خلیلی اقدم و همکاران (۲۰۱۷) در فرا تحلیل عوامل مؤثر بر تولید گندم در ایران بر مصرف ۱۲۵-۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود ازته، دقت بیشتر در نتایج جایگزینی ادوات خاک‌ورزی ثانویه با ادوات خاک‌ورزی رایج در اراضی دیم، توصیه به کشت در خاک‌ها یا آبیاری با آب‌های کمتر از ۴ دسی زیمنس

$d$  محاسبه می‌شود (هدگز و الکین ۱۹۸۵).  
 که در آن  $\bar{X}_t$  و  $\bar{X}_c$  به ترتیب میانگین تیمار  
 شاهد و تنش،  $S_p$  انحراف معیار تلفیق شده میانگین‌ها و  
 $J$  ضریب تصحیح برای حذف خطاهای انحراف معیار  
 میانگین‌ها است. مقادیر  $J$  و  $S_p$  به ترتیب از روابط ۲ و  
 ۳ محاسبه می‌شوند (۱۵):

$$d = \frac{\bar{X}_t - \bar{X}_c}{S_p} \times J \quad [1]$$

$$J = 1 - \left[ \frac{3}{4(df_c + df_t - 2) - 1} \right] \quad [2]$$

$$S_p = \sqrt{\frac{df_c(S_c^2) + df_t(S_t^2)}{df_c + df_t - 2}} \quad [3]$$

که در آن‌ها  $S_c$  انحراف معیار میانگین شاهد،  $S_t$   
 انحراف معیار میانگین تیمار کودی،  $df_c$  درجه آزادی  
 شاهد و  $df_t$  درجه آزادی تیمار کودی است.

کنجد (۱۶ مقاله)، چغندر قند (۱۲ مقاله)، گل‌رنگ  
 (۲۰ مقاله)، آفتابگردان (۱۳ مقاله)، سیب‌زمینی (۱۷  
 مقاله)، پنبه (۱۷ مقاله)، سویا (۱۰ مقاله)) که در آن  
 تیمارهای کودی در مقابل شاهد مقایسه شده باشند،  
 استفاده شد (جدول ۱). از جمله محدودیت‌های مهم  
 در محاسبه اندازه اثر، عدم درج جدول تجزیه  
 واریانس در مقالات، جهت استخراج میانگین مربعات  
 خطاست. شرح کامل روش محاسبات آماری فرا  
 تحلیل توسط گوروپچ و هدگز (۵) و هدگز و  
 همکاران (۸) ارائه شده است. اولین مرحله در اجرای  
 فرا تحلیل محاسبه اختلاف استاندارد میانگین تیمار  
 شاهد و تیمار آزمایشی (تیمار کودی) است که به آن  
 اندازه اثر ( $d$ ) گفته می‌شود. بر اساس یک قاعده کلی  
 برحسب اندازه اثر، می‌توان برای درجه بزرگی اثر  
 حدودی تعریف کرد (جدول ۲). در واقع برای هر  
 یک از آزمایش‌ها مستقل در این فرا تحلیل، یک مقدار

جدول ۱: مقالات مورد مطالعه.

Table 1. Studied papers

منبع	تعداد مقالات	منبع	گیاه	ردیف	
مجلات معتبر (علمی پژوهشی) دانشگاهی و نهادهای پژوهشی اطلاعاتی: استنادی جهان اسلام، جهاد دانشگاهی و ...	۱۶	حقانیان و همکاران (۱۳۹۵)، شاکری و همکاران (۱۳۹۱)، سجادی نیک و همکاران (۱۳۹۰)، احمدی و بحرانی (۱۳۸۸)، بخرد و همکاران (۱۳۹۶)، کاظمیان و همکاران (۱۳۹۵)، پاپری مقدم فرد و بحرانی (۱۳۸۴)، بحرانی و بابائی (۱۳۹۰)، حق‌نما و همکاران (۱۳۸۹)، لازمی و همکاران (۱۳۸۶)، حسن پور و همکاران (۱۳۸۹)، کازرانی و فرهنگ (۱۳۷۹)، سعیدی (۱۳۸۷)، بابائی ابرقوثی (۱۳۸۲)، احمدی و همکاران (۱۳۹۴)، رضوانی مقدم و همکاران (۱۳۸۹) نوشاد و همکاران (۱۳۹۵)، توحیدی و همکاران (۱۳۷۹)، نوشاد و همکاران (۱۳۹۱)، رضوانی و همکاران (۱۳۸۷)، کریمی و نادری (۱۳۸۷)، رضوانی و همکاران (۱۳۹۲)، جاهدی و همکاران (۱۳۹۱)، فتح‌الله طالقانی (۱۳۸۷)، ابراهیمیان و همکاران (۱۳۷۹)، یوسف آبادی (۱۳۷۴)، اسماعیلی (۱۳۹۰)، حسین پور (۱۳۸۵).	کنجد	۱	
		۱۲	فولادوند و همکاران (۱۳۹۳)، معراجی پور (۱۳۹۱)، راستگو و همکاران (۱۳۹۳)، چاکرال‌حسینی (۱۳۸۵)، حیدری و آساد (۱۳۷۷)، مقامی و همکاران (۱۳۹۳)، فلاادوند و یدوی (۱۳۹۴)، قاسمی و همکاران (۲۰۱۲)، سلیمان زاده و همکاران (۱۳۹۲)، امینی و همکاران (۱۳۹۰)، طهماسبی زاده و همکاران (۱۳۸۷)، سلیمانی (۱۳۸۸)، معراجی پور و همکاران (۱۳۹۲)، فروغی و عبادی (۱۳۹۱)، شریعتی نیا (۱۳۸۷)، قنبری کاشان و همکاران (۱۳۹۵)، میرزاخانی (۱۳۸۹)، بایبوردی (۱۳۸۷)، میرشکاری و صیامی (۱۳۹۵)، نقوی و همکاران (۱۳۹۷)	چغندر قند	۲
		۲۰	سیدشریفی و عباسی (۱۳۹۳)، صداقت و همکاران (۱۳۹۱)، صالحی و بحرانی (۱۳۸۹)، رفیعی و همکاران (۱۳۸۴)، بنی سعیدی (۱۳۹۱)، رضادوست و کریمی (۱۳۷۵)، مجیدی و ارزانی (۱۳۸۲)، سیدشریفی و نظری (۱۳۹۲)، حسن زاده قورت تپه و قلاوند (۱۳۸۴)، گلچین	گل‌رنگ	۳
		۱۳		آفتابگردان	۴

		(۱۳۷۹)، یوسف پور و یدوی (۱۳۹۳)، بابائی اقدم و همکاران (۱۳۸۸)، رشدی و همکاران (۱۳۸۹).
۵	سیب زمینی	قاسمی و همکاران (۱۳۹۱)، رئیسی و خواجه پور (۱۳۷۱)، باقری و همکاران (۱۳۹۳)، خزاعی و ارشدی (۱۳۸۷)، ملکوتی و همکاران (۱۳۹۳)، موسوی فضل و فائزینیا (۱۳۸۷)، یزدان دوست (۱۳۸۲)، ساجدی و همکاران (۱۳۸۸)، هوشمند (۱۳۷۷)، جمشیدی و همکاران (۱۳۹۳)، تنیده و همکاران (۱۳۸۷)، جماعتی ثمرین و همکاران (۱۳۸۸)، رومی زاده (۱۳۸۱)، مدنی و همکاران (۱۳۸۸)، شهپازی (۱۳۸۴)، سعیدی (۱۳۸۷) روزبهنائی و میرزائی (۱۳۸۳). سلطانی و همکاران (۱۳۹۵)، منیر و همکاران (۲۰۱۵)، صائینی و همکاران (۲۰۱۲)، کوچکی و همکاران (۱۳۹۴)، آقائی و جلالی (۱۳۹۳)، درخشنده پور (۱۳۷۱)، واعظ اسدی (۱۳۷۸)، فتحی و همکاران (۱۳۹۰)، محمد و همکاران (۲۰۰۵)، ذبیحی و همکاران (۱۳۹۲)، معتمدی (۱۳۷۴)، ۱۷ علیزاده و پری زاده (۱۳۷۴)، جمیلی (۱۳۷۷)، بانینائی و فراهانی (۱۳۹۳)، کوچکی و نصیری محلاتی (۱۳۷۲)، قجری و همکاران (۱۳۹۵)، مرادی و همکاران (۱۳۹۶). شعبانی و همکاران (۱۳۹۴)، حاتمی و همکاران (۱۳۸۹)، عزیزی (۱۳۷۴)، برزگری (۱۳۷۹)، ۶ دادنیا و خداپنده (۱۳۸۰)، محسنی و همکاران (۱۳۹۴)، ابطحی و همکاران (۱۳۹۳)، رفیعی و همکاران (۱۳۹۳)، نبوی و مظاهری (۱۳۷۸)، پهلوانلو و همکاران (۱۳۹۴). ۷

$$w_i = \frac{1}{V_d} \quad [6]$$

در نهایت یک اندازه اثر کل یا تجمعی ( $d^*$ ) خواهد شد که در واقع اختلاف استاندارد شده میان شاهد و تیمارهای کودی برای کلیه آزمایش‌ها تحت بررسی بوده و  $S_{d^*}$  نیز انحراف معیار اندازه اثر تجمعی است.

$$d^* = \frac{\sum w_i d_i}{\sum w_i} \quad [7]$$

$$S_{d^*} = \sqrt{\frac{1}{\sum w_i}} \quad [8]$$

آخرین گام در محاسبه اندازه اثر تجمعی، آزمون معنی‌داری  $d^*$  است، با معلوم بودن  $S_{d^*}$  می‌توان فاصله اطمینان  $d^*$  را محاسبه کرد. چنانچه این فاصله اطمینان با صفر همپوشانی داشته باشد، اندازه اثر تجمعی موزون شده ( $d^*$ ) بی‌معنی بوده و شاهد با تیمار تفاوتی ندارد. در غیر این صورت اختلاف تیمار از شاهد به‌طور معنی‌داری از صفر بیشتر است. پس از اطمینان از معنی‌دار بودن یا نبودن اثر تجمعی در مرحله بعدی، نسبت پاسخ اثر کود بر صفات مورد بررسی محاسبه خواهد شد.

در صورتی که مقادیر انحراف معیار میانگین‌ها در مقاله ذکر نشده باشد می‌توان مقدار  $S_p$  را بر اساس واریانس خطای آزمایش (MSE) که در جداول تجزیه واریانس در مقالات ارائه شده است را از رابطه زیر برآورد کرد:

$$S_p = \sqrt{\left(\frac{n_c + n_t - 2}{n_c + n_t}\right)MSE} \quad [4]$$

که در آن  $n_c$  و  $n_t$  به ترتیب تعداد تکرارهای شاهد و تیمار کودی هستند. از آنجائی که همه آزمایش‌های تحت بررسی از دقت یکسانی برخوردار نمی‌باشند. لذا باید برای هر آزمایش متناسب با دقت آن وزنی محاسبه‌شده و سپس مقدار اندازه اثر هر آزمایش به کمک آن موزون شود. به این منظور واریانس اندازه اثر برای هر آزمایش ( $V_d$ ) و نهایت وزنی که به مقادیر داده خواهد شد محاسبه می‌شود:

$$V_d = \left[\frac{n_c + n_t}{n_c \times n_t}\right] + \left[\frac{d^2}{2(n_c + n_t)}\right] \quad [5]$$

عکس این واریانس وزن مربوط به آن آزمایش است و هر آزمایشی که واریانس کوچک‌تری داشته باشد، وزن بیشتری نیز خواهد داشت:

جدول ۲- سطح بندی شدت اندازه اثر (۳).

Table 2. Grouping Intensity values of effect size (3)

شدت Intensity	میزان اثر Rate of the effect
Small	0.2
Medium	0.5
Larg	0.8
Very Larg	1

$$L = \ln R = \ln\left(\frac{\bar{x}_E}{x_C}\right) \quad [10]$$

بهترین راه برای مقایسه مطالعه‌های مختلف، استفاده از میانگین اثر آن‌ها است. هرچند که در تخمین اندازه تأثیر آزمایش‌های مختلف، دقت‌های (اشتباه معیار) متفاوتی وجود دارد؛ بنابراین قبل از متآنالیز، باید وزن دهی داده‌ها صورت گیرد، به این ترتیب مطالعه‌هایی که دقت آزمایشی بالاتری دارند وزن بیشتری نیز خواهند داشت که موجب افزایش دقت اندازه تأثیر تخمین زده خواهد شد. میانگین وزن دهی شده لگاریتم نسبت واکنش که بیشترین دقت (کمترین واریانس) را ایجاد می‌کند، با استفاده از روابط ذیل محاسبه می‌شود:

$$\overline{\ln R} = \frac{\sum_{i=1}^n (\ln R_i \times W_i)}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad [11]$$

$$\overline{L^*} = \frac{\sum_{i=1}^n (W_i \times L_i)}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad [12]$$

که در این رابطه  $i$  شماره مطالعه و  $w$  تعداد تکرار در هر مشاهده می‌باشند. حدود اطمینان برای میانگین لگاریتم نسبت واکنش ( $\overline{\ln R} = \mu_\lambda$ ) که با  $(CL_U, CL_L)$  نشان داده می‌شوند، نیز از طریق زیر به دست می‌آید:

$$CL = \overline{L^*} \pm (-z_{\alpha/2} \times SEM(\overline{L^*})) \quad [13]$$

$$(CL_L) \leq \mu_\lambda \leq (CL_U) \quad [14]$$

در گام بعدی از مقادیر  $(\mu_\lambda)$ ، آنتی لگاریتم گرفته می‌شود. سپس میانگین‌های آنتی لگاریتم شده  $(\mu_p)$

محاسبه لگاریتم نسبت پاسخ: در این مرحله برای محاسبه لگاریتم نسبت پاسخ اثر تیمارهای کود نیتروژن بر صفات مورد مطالعه از رویکرد نسبت واکنش هرگز استفاده شد (۶). در این رویکرد نه تنها به اختلاف بین مطالعات، بلکه به واریانس اندازه اثر نیز توجه می‌شود. به این منظور در هر مقاله مقادیر میانگین، انحراف معیار و اندازه نمونه (تعداد تکرار در هر آزمایش) برای تیمار شاهد و تیمار کودی، استخراج شدند. سپس ضمن دسته بندی داده‌ها، نسبت واکنش ( $R$ ) به صورت زیر محاسبه گردید و به دنبال آن لگاریتم نسبت واکنش نیز به دست آمد (۸)

$$R = \frac{\bar{x}_E}{x_C} \quad [9]$$

که در آن  $\bar{x}_E$  مقدار متوسط صفت در تیمار اعمال شده و  $x_C$  میانگین مقدار صفت در تیمار شاهد است. به دو دلیل بهتر است که نسبت واکنش بر حسب مقیاس لگاریتم خطی آورده شود. اول اینکه، مقیاس لگاریتم خطی با انحرافات صورت مخرج کسر رفتار مشابهی دارد. به این مفهوم که این نسبت بیشتر تحت تأثیر تغییرات مخرج کسر (به خصوص وقتی مخرج کوچک باشد) است، ولی لگاریتم این نسبت به طور مساوی تحت تأثیر تغییرات صورت و مخرج کسر قرار دارد. دلیل دوم این است که توزیع نسبت واکنش ( $R$ ) معمولاً چولگی دارد، ولی توزیع نسبت واکنش به صورت لگاریتمی ( $L$ ) معمولاً نرمال خواهد بود؛ بنابراین، نسبت واکنش به صورت زیر لگاریتمی خواهد شد:

کل تیمارهای کودی و n تعداد کل دسته تیمارهای کودی است. در نهایت با استفاده از این آزمون‌ها تعیین شد که کدام تیمار کودی دارای اثر افزایشی و کدام تیمار کودی اثر کاهش روی تولید و دیگر صفات زراعی گیاهان مورد بررسی است. ضمن اینکه تیمارهایی که هیچ نوع اثر مثبت یا منفی روی اجزای فوق نداشتند، نیز مشخص شدند.

### نتایج

سویا: نتایج فرا تحلیل اثر کود از ته بر عملکرد دانه سویا در کل مطالعات صورت گرفته در ایران نشان داد که در مجموع تمامی سطوح مصرف نیتروژن دارای اثر معنی‌داری (با درجه بسیار بزرگ) بر تولید سویا بوده‌اند، زیرا مقادیر و انحراف استاندارد هیچ‌کدام از سطوح با مقدار صفر همپوشانی نداشته است (محدوده منقطع در شکل ۱).

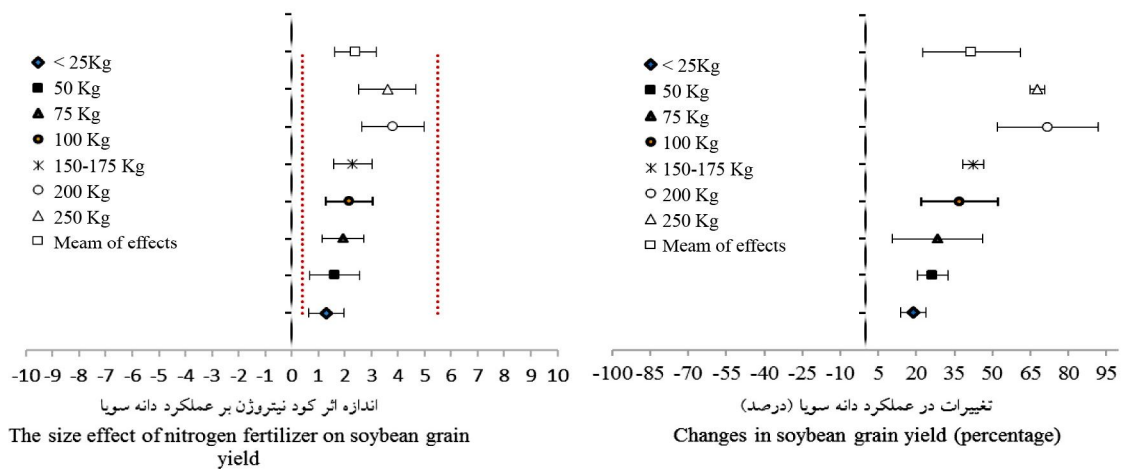
مقایسه و حدود اطمینان‌ها برای  $(\mu_p)$  به صورت زیر محاسبه خواهد شد:

$$\exp(CL_L) \leq \mu_p \leq \exp(CL_U) \quad [15]$$

البته باید توجه داشت که حدود اطمینان برای لگاریتم نسبت واکنش، متقارن است، ولی حدود اطمینان داده‌هایی که معکوس تبدیل روی آن‌ها انجام شده  $(\mu_p)$  متقارن نخواهد بود. همچنین استخراج مقادیر میانگین انحراف معیار خطاها (SEM) با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۲) و رسم اشکال نیز در محیط نرم‌افزار Microsoft Excel انجام شد (SAS, 2009).

$$SEM = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad [16]$$

که در آن  $x_i$  برابر اندازه اثر کل یا تجمعی  $(d^*)$  هر دسته تیمار کودی،  $\bar{x}$  میانگین اندازه اثر کل یا تجمعی



شکل ۱: تغییرات عملکرد دانه سویا و اندازه اثر کود نیتروژن بر آن.

Figure 1. Soybean grain yield Changes and related effect of nitrogen fertilizer on it

بیشتر کود نیتروژن از این سطح به بعد، کاهش اندازه اثر کود روی تولید سویا را به دنبال داشت (۳/۶). بر پایه همین نتایج مصرف کمتر از ۲۵ کیلوگرم کود نیتروژن سبب افزایش ۱۸/۷۸ درصدی عملکرد شد و بیشترین افزایش عملکرد در سطح مصرف ۲۰۰

در واقع با افزایش مصرف کود از مقادیر کمتر از ۲۵ کیلوگرم (با اندازه اثر ۱/۳) به بالا، اندازه اثر کود بر عملکرد سویا افزایشی بود تا اینکه در سطح مصرف ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار، اندازه اثر به حداکثر مقدار خود رسید (۳/۸) و مصرف

درصدی عملکرد غده را در پی داشت (شکل ۲). این نتایج نشان می‌دهد که براساس کلیه مطالعات صورت گرفته مطلوب‌ترین سطح مصرف کود نیتروژن در مزارع سیب‌زمینی ۸۰-۱۰۰ کیلوگرم در هکتار است و افزایش مصرف کود نیتروژن در این مزارع علاوه بر افزایش هزینه تولید محصول، کاهش میزان افزایش عملکرد غده نسبت به سطح ۸۰-۱۰۰ کیلوگرم در هکتار را نیز به دنبال دارد؛ زیرا اندازه اثر و درصد افزایش عملکرد غده سطح ۸۰-۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن تقریباً دو برابر سایر سطوح مصرفی کود نیتروژن است.

**گلرنگ:** فرا تحلیل اثر کود ازته بر عملکرد دانه گلرنگ در ۵ سطح انتخابی نیز نشان داد که اثر کود نیتروژن بر عملکرد گلرنگ در تمامی سطوح تیماری معنی‌دار (با درجه بسیار بزرگ) بود (محدوده منقطع در شکل ۳). بالاترین اندازه اثر (۳/۲) در سطح ۱۰۰-۹۰ کیلوگرم در هکتار کودی و کمترین اندازه اثر (۱/۷) در تیمار ۵۰ کیلوگرم و کمتر در هکتار کودی به‌دست آمد. از طرفی پاسخ عملکرد دانه به اثر سطوح مختلف کودی از تیمار ۵۰ و کمتر تا سطح ۹۰-۱۱۰ کیلوگرم کودی افزایش و پس‌از آن روند نزولی به خود گرفت، به‌نحوی که اندازه اثر آن به ۲ در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم و بیشتر کاهش پیدا کرد. میزان تغییرات عملکرد دانه گلرنگ در سطوح مختلف کودی نیز مشابه اندازه اثر بود. در تیمار ۹۰-۱۱۰ کیلوگرم در هکتار کودی، بالاترین پاسخ مثبت عملکرد دانه (۴۸/۸۵ درصد) و در تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار کودی نیز کمترین درصد افزایش عملکرد دانه مشاهده شد (۲۲/۱۴ درصد). در سایر سطوح تیماری نیز درصد تغییرات عملکرد حدود ۲۵/۰۳ درصد (۶۰-۷۵ کیلوگرم)، ۴۸ درصد (۱۱۰-۱۲۰ کیلوگرم) و ۳۷/۶۱ درصد (۱۵۰ کیلوگرم و بیشتر) بود. در این تحلیل سطح بهینه مصرف کود نیتروژن برای دستیابی به

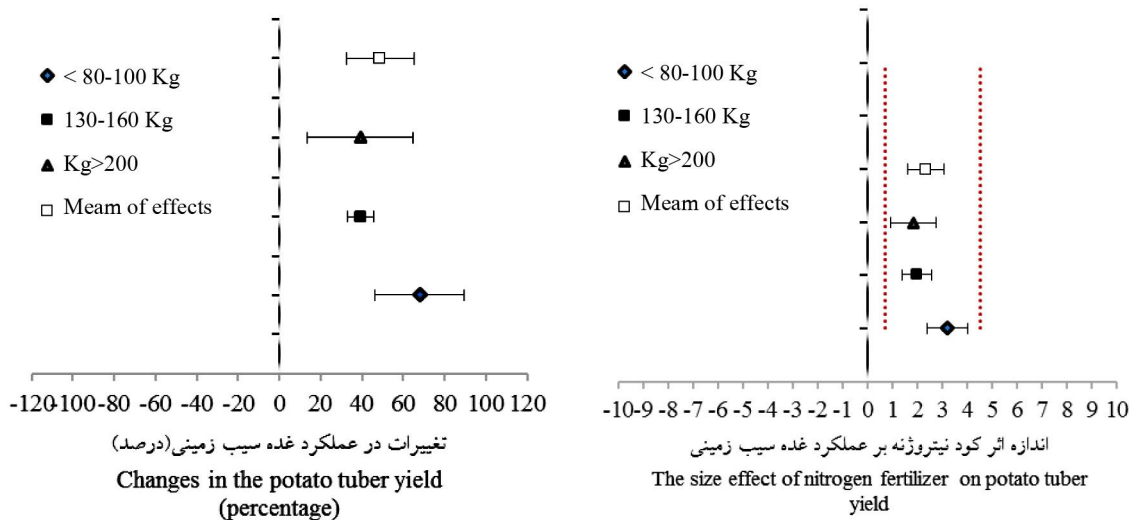
کیلوگرم کود به‌دست آمد (۷۱/۹۰ درصد) ضمن اینکه افزایش مصرف کود تا ۲۵۰ کیلوگرم سبب کاهش عملکرد سویا به سطح پائین تر از مصرف ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن شد. شیب افزایش عملکرد با افزایش مصرف کود ازته از مقادیر کمتر از ۲۵ کیلوگرم به بالا تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیز ۰/۲۵ به‌دست آمد (با عرض از مبدأ: ۱۰/۸۹ درصد). به‌عبارت دیگر با مصرف هر یک کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار، ۰/۲۵ درصد افزایش تولید در هکتار مورد انتظار خواهد بود. از طرفی همیشه مصرف بیشتر کود نیتروژن الزاماً افزایش عملکرد دانه سویا را به دنبال نخواهد داشت زیرا مطلوب‌ترین سطح مصرف کود نیتروژن بر اساس نتایج فرا تحلیل سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن است (شکل ۱).

**سیب‌زمینی:** نتایج فرا تحلیل اثر کود ازته بر عملکرد غده سیب‌زمینی در کل مطالعات نشان داد که هر سه سطح مصرف نیتروژن دارای اثر معنی‌داری (با درجه بسیار بزرگ) بر تولید غده بوده‌اند (محدوده منقطع در شکل ۲). با این تفسیر که سطح ۸۰-۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن دارای بیشترین اندازه اثر بر عملکرد غده بود (۳/۲) و افزایش مصرف کود تا بیشتر از ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار، کاهش اندازه اثر کود روی تولید غده را به دنبال داشت. بر پایه همین نتایج کمترین اندازه اثر بر عملکرد در سطح مصرف ۲۰۰ کیلوگرم کود به‌دست آمد (۱/۸۵ درصد) هرچند که اندازه اثر برافزایش عملکرد در سطح ۱۳۰-۱۶۰ کیلوگرم در هکتار کود نیز مشابه سطح مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بود (۱/۹۸). نتایج همچنین نشان داد که مصرف ۸۰-۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن سبب افزایش ۶۷/۸۵ درصدی عملکرد غده در هکتار شد. مصرف ۱۳۰-۱۶۰ و بیشتر از ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود ازته نیز به‌ترتیب افزایش ۳۹/۳۹ و ۳۹/۲۴

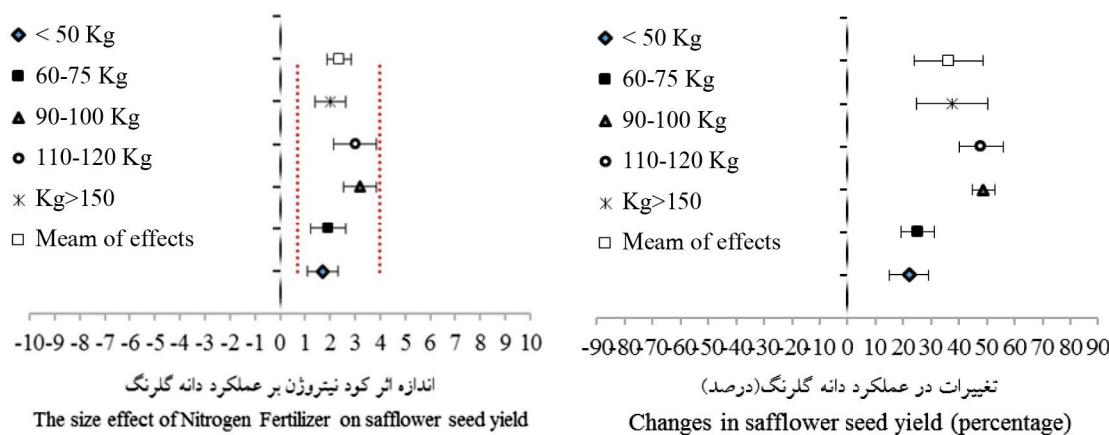


بالا تر، کاهش مصرف نهاده های کودی، کاهش میزان آبشویی کود و در نهایت حفظ محیط زیست را نیز در پی دارد.

بالاترین درصد افزایش عملکرد، معادل ۹۰-۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کودی تعیین شد (شکل ۳). این سطح از کود نیتروژن ضمن توجه به عملکردهای



شکل ۲- تغییرات عملکرد غده سیب زمینی و اندازه اثر کود نیتروژن بر آن.  
Figure 2. Potato tuber yield changes and related effect of nitrogen fertilizer on it.

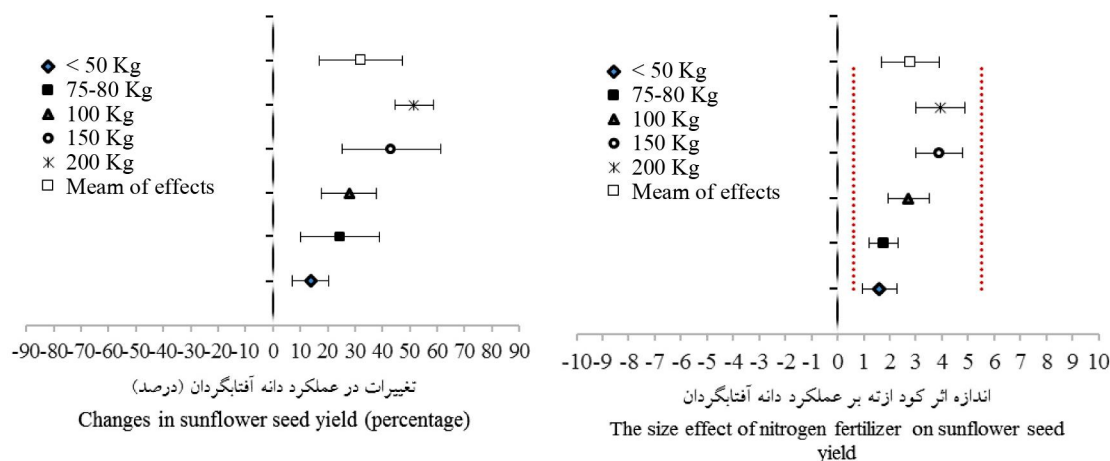


شکل ۳- تغییرات عملکرد دانه گلرنگ و اندازه اثر کود نیتروژن بر آن.  
Figure 3. Safflower seed yield Changes and related effect of nitrogen fertilizer on it.

کمترین اندازه اثر (۱/۶۲) در تیمار ۵۰ کیلوگرم و کمتر در هکتار کودی به دست آمد. از طرفی اندازه اثر کود بر عملکرد دانه تا آخرین سطح تیمار کودی (۲۰۰ کیلوگرم و بیشتر) همچنان افزایشی بود، با این تفاوت که میزان تغییر (۱/۱۷) در اندازه اثر از تیمار ۹۰-۱۰۰ به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بیشتر از میزان تغییر (۰/۰۵) در اندازه اثر از تیمار ۱۵۰ به ۲۰۰

آفتابگردان: نتایج بررسی برای گیاه آفتابگردان در ۵ سطح تیماری نیز حاکی از اثر معنی دار (با درجه بسیار بزرگ) کود نیتروژن در همه سطوح بر عملکرد آفتابگردان بود (محدوده منقطع در شکل ۴). در آفتابگردان بیشترین اندازه اثر بر عملکرد دانه (۳/۸۹) در سطح ۲۰۰ کیلوگرم و بیشتر در هکتار کودی و

کیلوگرم و بیشتر کودی بود.



شکل ۴: تغییرات عملکرد دانه آفتابگردان و اندازه اثر کود نیتروژن بر آن.

Figure 4. Sunflower seed yield changes and related effect of nitrogen fertilizer on it.

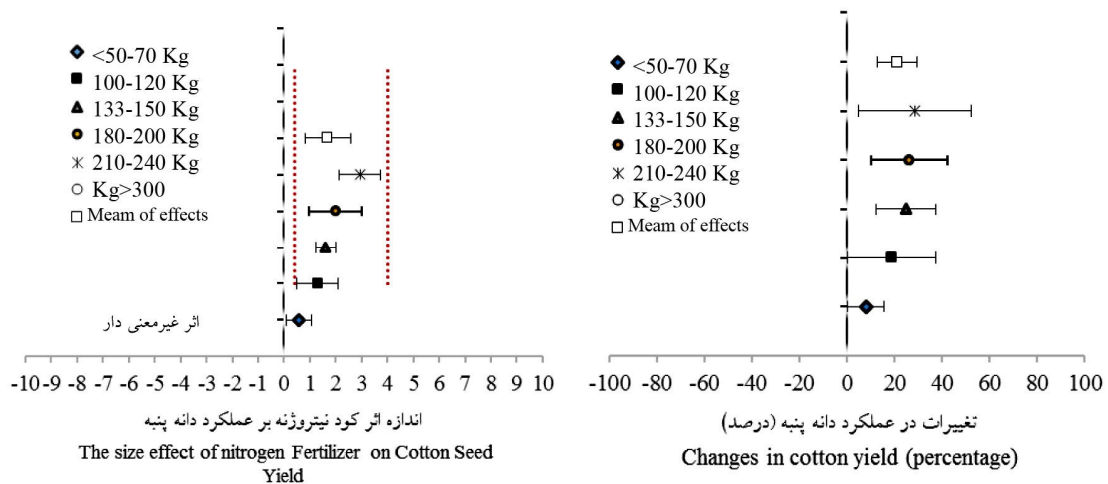
هکتار کودی و کمترین اندازه اثر (۰/۵۷) در تیمار ۵۰- کیلوگرم در هکتار کودی به دست آمد. همچنین اندازه اثر کود بر عملکرد دانه تا آخرین سطح تیمار کودی (۳۰۰ کیلوگرم و بیشتر) افزایشی بود. میزان تغییرات عملکرد دانه پنبه در سطوح مختلف کودی نیز مشابه اندازه اثر بود و بیشترین درصد افزایش عملکرد در تیمار ۳۰۰ کیلوگرم و بیشتر کودی به دست آمد (۲۸/۸۴ درصد). کمترین درصد افزایش در عملکرد دانه نیز به تیمار ۵۰-۷۰ کیلوگرم در هکتار کودی اختصاص داشت (۷/۸ درصد). شیب درصد افزایش عملکرد دانه به ازای مصرف هر کیلوگرم کود نیتروژن نیز ۰/۰۸ درصد بود. به بیان دیگر به ازای مصرف هر کیلوگرم کود ازته میزان افزایش در عملکرد دانه پنبه برابر ۰/۰۸ درصد در هکتار است. در این تحلیل اثر سطح تیماری ۵۰-۷۰ کیلوگرم اثر معنی داری بر تغییرات عملکرد دانه پنبه نداشت. این بدان معنی است که از نظر آماری مصرف کود نیتروژن در این سطح جز هدر رفت هزینه‌ها، سبب افزایش معنی دار عملکرد پنبه نخواهد شد اما با افزایش مصرف کود در سطوح بالاتر تیماری، تغییرات افزایشی در عملکرد دانه، معنی دار است (شکل ۵). در این تحلیل نیز مناسب‌ترین سطح کودی به شرط مدنظر قرار دادن قیمت نهاده‌ها و ارزش محصول تولیدی، سطح ۳۰۰ کیلوگرم

میزان تغییرات عملکرد دانه گلرنگ در سطوح مختلف کودی نیز مشابه اندازه اثر بود و بیشترین درصد افزایش عملکرد در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم و بیشتر کودی به دست آمد (۵۱/۵۴ درصد). کمترین درصد افزایش در عملکرد دانه نیز به تیمار ۵۰ کیلوگرم و کمتر کودی اختصاص داشت (۱۳/۷۹ درصد). شیب درصد افزایش عملکرد دانه به ازای مصرف هر کیلوگرم کود نیتروژن نیز ۰/۱۹ درصد بود. به بیان دیگر به ازای مصرف هر کیلوگرم کود ازته میزان افزایش در عملکرد دانه آفتابگردان ۰/۱۹ درصد در هکتار است. در این تحلیل سطح بهینه مصرف کود نیتروژن برای دستیابی با بالاترین درصد افزایش عملکرد، تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کودی با درصد افزایش عملکرد در حدود ۴۳/۱۷ درصد است (شکل ۴)؛ زیرا با افزایش مصرف کود از این سطح به بعد، افزایش چندانی در اثر و درصد تغییرات عملکرد دانه دیده نمی‌شود.

**پنبه:** فرا تحلیل اثر کود نیتروژن بر عملکرد دانه پنبه در ۶ سطح تیماری نشان داد که به استثنای سطح تیماری ۵۰-۷۰ کیلوگرم در هکتار، کلیه سطوح تیماری دیگر دارای اثرات معنی داری (با درجه بسیار بزرگ) بر عملکرد دانه بودند (محدوده منقطع در شکل ۴). بالاترین اندازه اثر بر عملکرد دانه (۲/۹۴) در سطح ۳۰۰ کیلوگرم و بیشتر در

معنی دار نبود (محاط در محدوده صفر). شیب درصد افزایش عملکرد دانه به ازای مصرف هر کیلوگرم کود نیتروژن نیز ۰/۱ درصد بود. به بیان دیگر به ازای مصرف هر کیلوگرم کود ازته میزان افزایش در عملکرد دانه پنبه برابر ۰/۱ درصد در هکتار است. در این تحلیل سطح تیماری ۵۰-۷۰ کیلوگرم اثر معنی داری بر تغییرات عملکرد وش پنبه نداشت و مصرف کود نیتروژن در این سطح سبب افزایش معنی دار عملکرد پنبه نشد اما با افزایش مصرف کود در سطوح بالاتر تیماری، تغییرات افزایشی در عملکرد دانه، معنی دار بود (شکل ۴). در این تحلیل نیز مناسبترین سطح کودی سطح ۳۰۰ کیلوگرم کود در هکتار بود (شکل ۶).

کود در هکتار است. مشابه اثرات کود بر عملکرد دانه، اثر کود فقط در سطح تیماری ۵۰-۷۰ کیلوگرم در هکتار بر عملکرد وش معنی دار نبود (۰/۵) و بیشترین اندازه اثر نیز در تیمار ۳۰۰ کیلوگرم و بیشتر کودی به دست آمد (۲/۹) هرچند که سطوح تیمار کودی انتخابی بر عملکرد وش کمی متفاوت تر سطوح موردنظر کودی بر عملکرد دانه بود. نتایج تحلیل درصد تغییرات عملکرد وش در سطوح مختلف کودی نیز نشان داد که بالاترین درصد افزایش عملکرد در تیمار ۳۰۰ کیلوگرم و بیشتر کودی حاصل شده است (۳۴/۷۶ درصد). ضمن اینکه کمترین درصد افزایش در عملکرد دانه نیز به تیمار ۵۰-۷۰ کیلوگرم در هکتار کودی اختصاص داشت (۷/۸ درصد) که اثر آن نیز



شکل ۵- تغییرات عملکرد دانه پنبه و اندازه اثر کود نیتروژن بر آن.

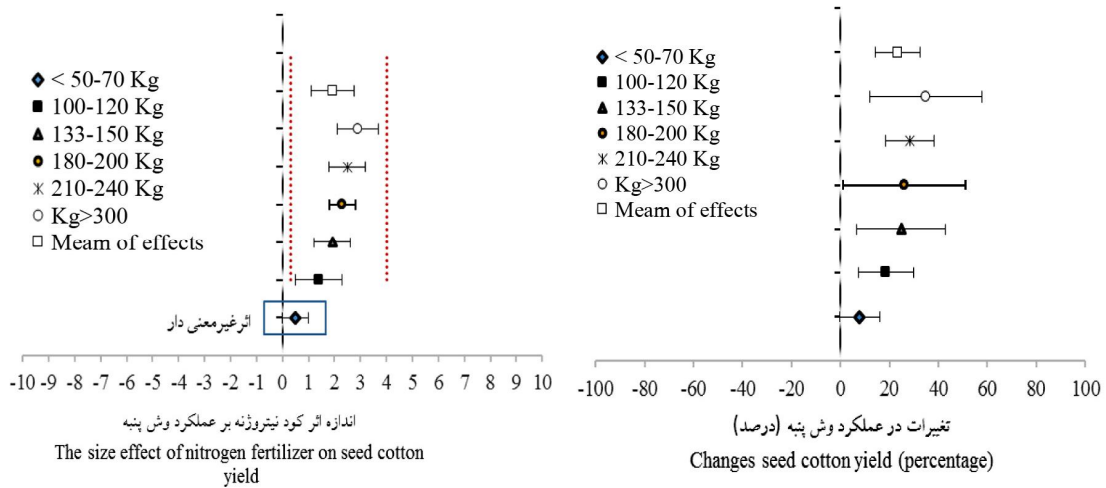
Figure 5. Cotton seed yield changes and related effect of nitrogen fertilizer on it.

و ۱۰۰-۱۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن از نظر اندازه اثر وجود نداشت (شکل ۷). همچنین افزایش مصرف کود از سطح ۱۸۰-۲۰۰ کیلوگرم به بالا تا سطح ۲۵۰-۳۰۰ کیلوگرم سبب کاهش اندازه اثر کود بر عملکرد ریشه شد. این در حالی بود که اثر کلیه سطوح کودی بر درصد قند ریشه، منفی بود و این اثر فقط در سطح تیماری ۱۸۰-۲۰۰ کیلوگرم معنی دار بود (۰/۷۲-).

چغندر قند: نتایج اثر کود نیتروژن بر عملکرد ریشه چغندر قند نشان داد که اثر کلیه ۵ سطح تیماری بر عملکرد ریشه معنی دار (با درجه بسیار بزرگ) بود (محدوده منقطع در شکل ۷). بیشترین اندازه اثر در سطح ۱۸۰-۲۰۰ کیلوگرم (۲/۴) و کمترین اندازه اثر در سطح تیماری ۵۰-۶۰ کیلوگرم (۱/۳۴) به دست آمد. ضمن اینکه اختلاف چندانی بین سطوح ۵۰-۶۰

سطح ۱۵۰-۱۶۰ کیلوگرم در هکتار، اثر کاهشی  
معنی داری بر درصد قند ریشه ندارد.

به عبارت دیگر اندازه اثر کود نیتروژن بر درصد قند  
ریشه همیشه منفی است و مصرف کود نیتروژن تا



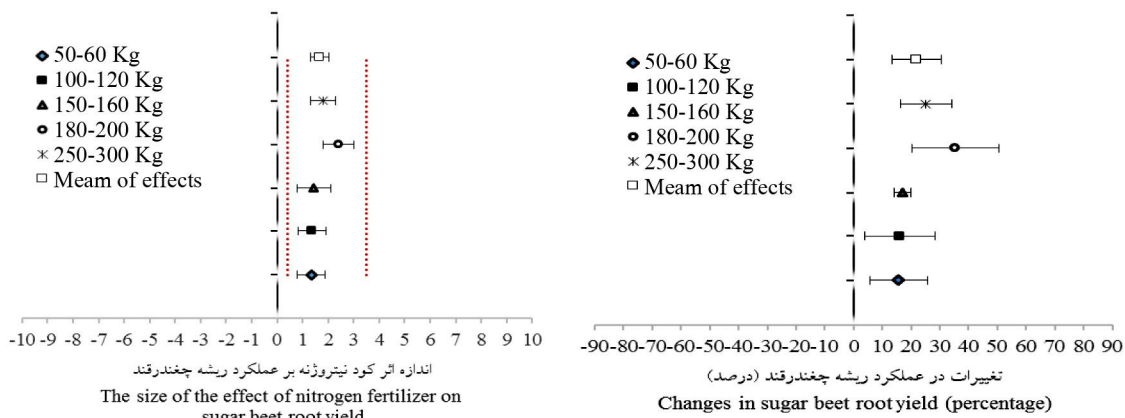
شکل ۶- تغییرات عملکرد و ش پنبه و اندازه اثر کود نیتروژن بر آن.  
Figure 6. Cotton seed yield and related effect of nitrogen fertilizer on it.

روی عملکرد ریشه است، اما به خاطر اثرات منفی  
روی درصد قند ریشه نمی تواند مطلوب ترین سطح  
کودی در زراعت چغندر قند به حساب آید (شکل ۸).  
کنجد: فرا تحلیل اثر کود نیتروژن بر عملکرد دانه  
کنجد، نشان داد که اثر کلیه ۵ سطح تیماری بر  
عملکرد دانه معنی دار (با درجه بسیار بزرگ) بود  
(محدوده منقطع در شکل ۹). برخلاف دیگر گیاهان  
صنعتی، بیشترین اندازه اثر کود نیتروژن در سطوح کم  
ازت اتفاق افتاد. بدین معنی که بالاترین اندازه اثر  
(۲/۶) در سطح ۵۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن  
(۱/۸۲) در تیمار ۹۰-۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست  
آمد. ضمن اینکه اندازه اثر سطح ۴۰ و ۵۰ کیلوگرم در  
هکتار کودی تا حدودی با هم مشابه بود. نتایج  
همچنین نشان داد که مصرف ازت در همه سطوح  
باعث افزایش عملکرد دانه گردید و بیشترین درصد  
افزایش (۴۹/۶۳ درصد) مربوط به سطح ۵۰ کیلوگرم  
در هکتار کودی و کمترین آن به تیمار ۹۰-۱۰۰  
کیلوگرم در هکتار اختصاص داشت (۳۸/۲۸ درصد).

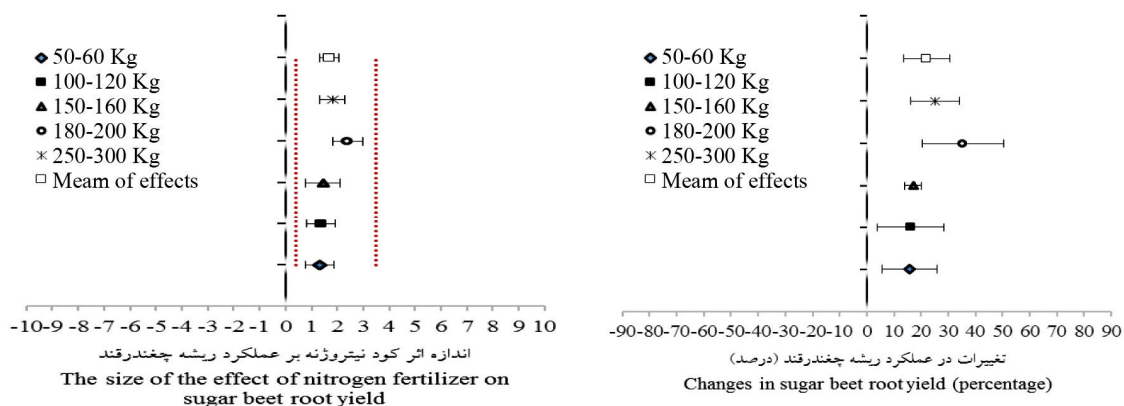
میزان تغییرات عملکرد ریشه چغندر قند در سطوح  
مختلف کودی نیز مشابه اندازه اثر بود. تیمار ۱۸۰-  
۲۰۰ کیلوگرم کودی با افزایش ۳۵/۴۳ درصدی  
عملکرد ریشه دارای بیشترین تغییرات مثبت در  
عملکرد ریشه و تیمار ۵۰-۶۰ کیلوگرم کودی با  
۱۵/۷۲ درصد افزایش عملکرد ریشه در جایگاه آخر  
قرار داشت. از طرفی اثر تیمار کودی ۱۰۰-۱۲۰  
کیلوگرم روی درصد ریشه مثبت ولی غیر معنی دار  
بود. همچنین بیشترین کاهش درصد افزایش قند با  
حدود ۱۱/۳ درصد در تیمار ۱۸۰-۲۰۰ کیلوگرم  
کودی و کمترین کاهش در درصد قند ریشه در تیمار  
۵۰-۶۰ کیلوگرم کودی به دست آمد. در نهایت  
می توان چنین نتیجه گیری کرد که تیمار ۱۰۰-۱۲۰  
کیلوگرم کودی به واسطه اثرات مثبت روی درصد قند  
ریشه (غیر معنی دار) و همچنین اثرات افزایشی روی  
عملکرد ریشه (معنی دار)، بهینه ترین سطح کود  
نیتروژن مصرفی است. از طرفی با وجودی که تیمار  
۱۸۰-۲۰۰ کیلوگرم کودی دارای بیشترین اثرات مثبت

دانه، تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن بود (شکل ۹).

بدین ترتیب مطلوب‌ترین سطح مصرف کود نیتروژن برای دستیابی به بالاترین درصد افزایش در عملکرد



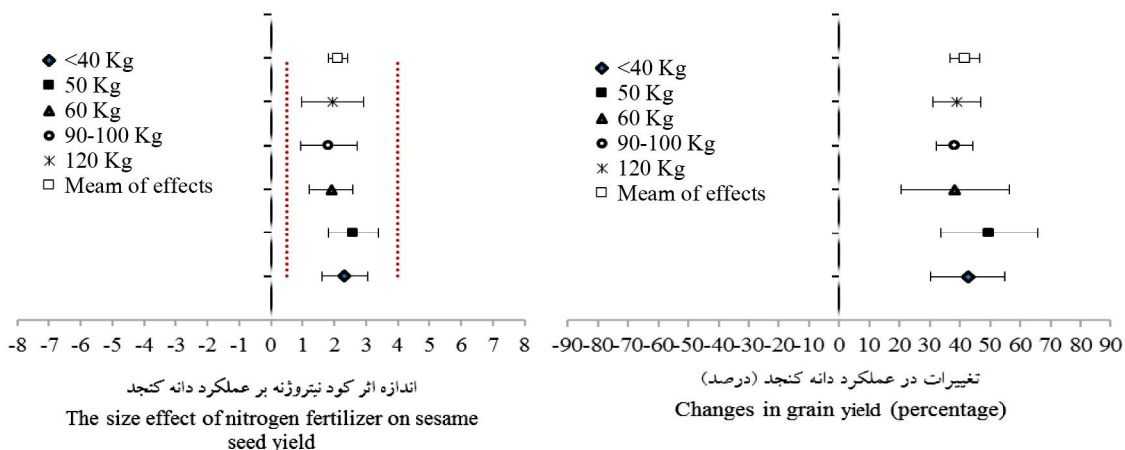
شکل ۷- تغییرات عملکرد ریشه چغندر قند و اندازه اثر کود نیتروژن بر آن.  
Figure 7. Sugar beet root yield changes and related effect of nitrogen fertilizer on it.



شکل ۸- تغییرات درصد قند چغندر قند و اندازه اثر کود نیتروژن بر آن.  
Figure 8. Sugar beet sugar percentage changes and related effect of nitrogen fertilizer on it.

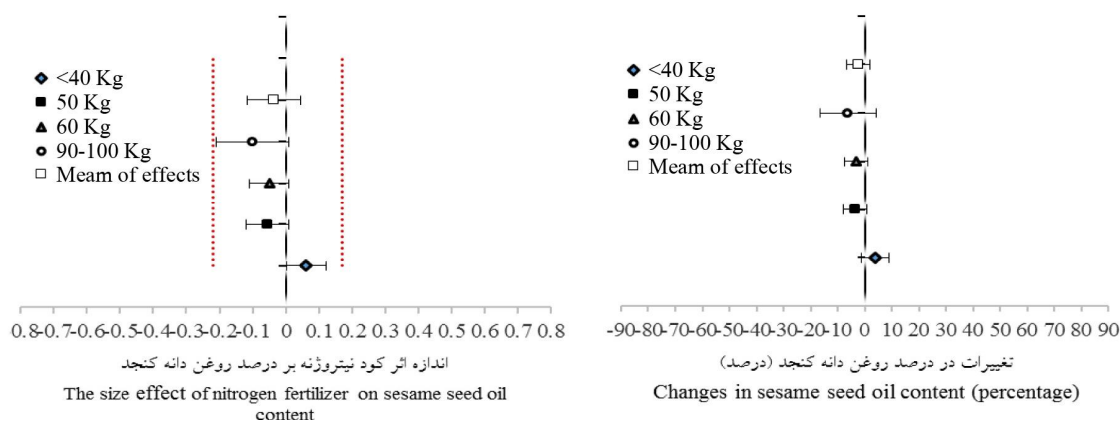
کود نیتروژن، به‌طور برعکس، بالاترین اندازه اثر کود روی درصد پروتئین در سطح تیماری ۹۰-۱۰۰ کیلوگرم و کمترین اندازه اثر در تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و به‌طور مشابه، بیشترین درصد تغییرات درصد پروتئین دانه (۲۴/۴۷ درصد) در تیمار ۹۰-۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین درصد افزایش در پروتئین نیز به تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار ازت با مقدار افزایش ۱۳/۸۱ درصد اختصاص داشت (شکل ۱۱).

از طرفی نتایج بیانگر اثر غیر معنی‌دار کلیه سطوح کود نیتروژن انتخابی روی درصد روغن دانه بود و اندازه اثر در دامنه (۰/۰۶-۰/۱) قرار داشت. با این وجود اثر کاهندگی مصرف کود نیتروژن روی درصد روغن هرچند به‌صورت غیر معنی‌دار اما مشهود بود و بیشترین درصد کاهش (۰/۱- درصد) در تیمار ۹۰-۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (شکل ۱۰). میزان تغییرات درصد پروتئین دانه در کلیه سطوح مختلف کودی نیز معنی‌دار بود. برخلاف اندازه اثر



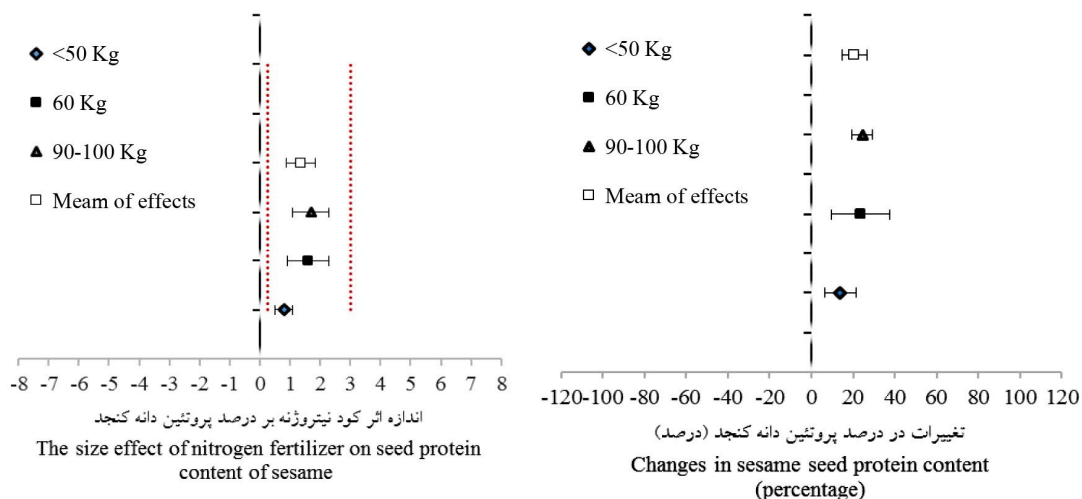
شکل ۹- تغییرات عملکرد دانه کنجد و اندازه اثر کودنیترژن بر آن.

Figure 9. Sesame Seed Yield Changes and related effect of nitrogen fertilizer on it.



شکل ۱۰- تغییرات درصد روغن دانه کنجد و اندازه اثر کودنیترژن بر آن.

Figure 10. Sesame seed oil content changes and related effect of nitrogen fertilizer on it.



شکل ۱۱- تغییرات درصد پروتئین دانه کنجد و اندازه اثر کود نیترژن بر آن.

Figure 11. Sesame seed protein percentage changes and related effect of nitrogen fertilizer on it.



دانه و درصد پروتئین کنگد، عملکرد غده سیب‌زمینی، عملکرد ریشه و درصد قند چغندر قند و عملکرد دانه و وش پنبه معنی‌دار بود. بر اساس نتایج فرا تحلیل نیز سطح بهینه مصرف کود برای سویا (۲۰۰ کیلوگرم، افزایش ۷۱/۹۰ درصد عملکرد)، سیب‌زمینی (۸۰-۱۰۰ کیلوگرم، افزایش ۶۷/۸۵ درصد عملکرد غده)، گلرنگ (۹۰-۱۰۰ کیلوگرم، افزایش ۴۸/۸۵ درصد عملکرد)، آفتابگردان (۱۵۰ کیلوگرم، افزایش ۴۳/۱۷ درصد عملکرد)، پنبه (۳۰۰ کیلوگرم، افزایش ۲۸/۸۴ و ۳۴/۷۶ درصد به ترتیب برای عملکرد دانه و وش)، چغندر قند (۲۰۰-۱۸۰ کیلوگرم، افزایش ۳۵/۴۳ درصد عملکرد ریشه) و کنگد (۵۰ کیلوگرم، افزایش ۴۹/۶۳ درصد عملکرد دانه و ۹۰-۱۰۰ کیلوگرم، افزایش ۲۴/۴۷ درصد پروتئین) بود؛ بنابراین سطوح بهینه استخراجی کود نیتروژن برای گیاهان تا همان حدود تخمین زده سبب افزایش تولید خواهد شد و مصرف بیشتر آن هیچ فایده‌ای برای زارع نخواهد داشت.

#### منابع

1. Abalos, D., Jeffery, S., Sanz-Cobena, A., Guardia, G., and Vallejo, A. 2013. Meta-analysis of the effect of urease and nitrification productivity and nitrogen use efficiency. *Agric. Ecosys. Environ.*, 189: 136-144.
2. Abedi, T., Alemzadeh, A., and Kazemeini, A.R. 2010. Effect of organic and inorganic fertilizers on grain yield and protein banding pattern of wheat. *J. Crop Sci.*, 4(6): 384-389.
3. Cheema, M.A., Malik, M.A. Hussain, A., Shah, S.H., and Basra, A.M. 2001. Effects of time and rate of nitrogen and phosphorus application on the growth and the seed and oil yields of canola (*Brassica nupus* L.). *J. Agro. Crop Sci.*, 186 (2): 103-110.
4. Cohen, J. 1969. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. New York: Academic Press. 415 p.
5. Gurevitch, J. and Hedges, L.V. 1999. Statistical issues in ecological meta-

نتایج فرا تحلیل اثر کود نیتروژن روی کنگد نشان داد که بسته هدف زارع از کشت کنگد سطح تیماری مناسب کود نیتروژن متفاوت است. ضمن مدنظر قرار دادن اثر غیر معنی‌دار کود ازته روی درصد روغن، بهترین سطح کود انتخابی برای دستیابی به بالاترین عملکرد دانه، مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و سطح بهینه کود نیتروژن برای دستیابی به بالاترین درصد پروتئین دانه، مصرف ۹۰-۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کودی است.

#### نتیجه‌گیری کلی

نتایج اثر کود نیتروژن بر گیاهان صنعتی مورد مطالعه نشان داد که اثر کود نیتروژن به استثنای برخی صفات مانند درصد روغن در کنگد، درصد قند چغندر قند (به استثنای سطح ۱۸۰-۲۰۰ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد وش و دانه پنبه (تیمار ۵۰-۷۰ کیلوگرم)، بر عملکرد دانه گلرنگ، آفتابگردان، سویا،

- analyses. *Ecology*. 80: 1142-1149.
6. Gurevitch, J., Morrow, L.L., Wallace, A., and Walsh, J.S. 1992. A meta-analysis of competition in field experiments. *Am. Nat.*, 140(4): 539-572.
  7. Hedges, L.V., and Olkin, I. 1985. *Statistical Methods for Meta-Analysis*. New York: Academic Press. 369 p.
  8. Hedges, L.V., Gurevitch, J., and Curtis, P.S. 1999. The meta-analysis of response ratios in experimental ecology. *Ecology*, 80: 1150-1156.
  9. Hunter, J.E., and Schmidt, F.L. 1999. *Metanalysis*. In: Hambleton RK, Zaal JN. (Eds.) *Advances in Educational and Psychological Testing Theory and applications*. Boston: Kluwer Academic. pp: 157-183.
  10. Izanlo, B., and Habibi, M. 2011. Application of meta-analysis in social and behavioral Science: a review of advantages, disadvantages, and methodological issues. *Research Behav. Sci.*, 9: 70-82.

11. Khaliliaqdam, N., Hasani, R., and Mirmahmoodi, T. 2017. Meta-analysis of effects of some important agronomic on Wheat production in Iran, *J. Agric.* Accepted., (In Persian).
12. Koocheki, A., Nasiri Mahallati, M., Bakhshaei, S., and Davari, A. 2017. A meta-analysis on nitrogen fertilizer experiments on cereal crops in Iran. *J. Agro.*, 9(2): 296-313. (In Persian)
13. Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Moradi, R., and Alizadeh, Y. 2011. Meta-Analysis of agro biodiversity in Iran. *J. Agroecol.*, 1(2): 1-16. (In Persian).
14. Lu, M., Zhou, X., Luo, Y., Yang, Y., Fang, C., Chen, J., and Li, B. 2001. Minor stimulation of soil carbon storage by nitrogen addition: A meta-analysis. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 140: 234-244.
15. Rosenberg, M.S., Adams, D.C., and Gurevitch, J. 2000. Meta Win: Statistical Software for Meta-Analysis, version 2.0. Sunderland, MA: Sinauer Associates. 128 p.
16. Rotundo, J., and Westgate, M.E. 2009. Meta-analysis of environmental effects on soybean seed composition. *Field Crops Res.* 110: 147-156.
17. SAS. 2009. Statistical Analysis Software, SAS Institute, V9.2. Carry, NC.
18. Seadat Lajevardi, N. 1980. Oil Seeds. University of Tehran Press. Iran. (In Persian).
19. Sepehr, A., Rasouli Sadeghiani, M., and Malakoti, M.J. 2003. Effects of Different Potassium Source and Microelements on Quantity of Sunflower and Optimize the Supply of Sunflower Oil Seeds. Third Edition, University of Tehran Press. Iran. (In Persian)
20. Soltani, E., and Soltani, A. 2015. Meta-analysis of seed priming on seed germination, seedling emergence and crop yield: Iranian studies, *Inter. J. Plant Prod.*, 9(3):1735-8043. (In Persian).
21. Sonneveld, C. and Voogt, W. 2010. Plant Nutrition of Greenhouse Crops. Springer-Verlag New York, LLC. pp 313-344.
22. Tonitto, C.D. and Drinkwater, L.E. 2006. Replacing bare fallows with cover crops in fertilizer-intensive cropping systems: A meta-analysis of crop yield and dynamics. *Agric. Ecosys. Environ.*, 112: 58-72.
23. Valkama, E., Risto, U, Ylivainio, K., Virkajarvi, P., and Turtola, E. 2009. Phosphorus fertilization: A meta-analysis of 80 years of research in Finland. *Agric. Ecosys. Environ.*, 130: 75-85.
24. Xiang-Dong, L., Chang-Hui, P., Dalun, T., and Jian-Feng, S. 2007. Meta-analysis and its application in global change research *Chines Sci. Bulletin*, 52(3): 289-302.