



# به‌زراعی کشاورزی

دوره ۲۳ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۰  
صفحه‌های ۱۱۱-۱۰۱

مقاله پژوهشی:

## ارزیابی مزرعه‌ای تأثیر کاربرد بور و نیتروژن بر عملکرد و صفات کیفی پنبه رقم ورامین در یک خاک آهکی

محسن سیل‌سپور\*

استادیار، بخش تحقیقات کشت گلخانه‌ای، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ورامین، ایران.  
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱۰/۲۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۵/۲۹

### چکیده

در آزمایشی مزرعه‌ای، اثرات کاربرد نیتروژن و بور بر کمی و کیفی پنبه رقم ورامین در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران مطالعه گردید. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۵ اجرا شد. نیتروژن با چهار سطح (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان عامل اصلی و بور با سه سطح (بدون برگ‌پاشی، یک بار برگ‌پاشی و دو بار برگ‌پاشی) به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. اثرات ساده نیتروژن و بور و اثر متقابل نیتروژن و بور بر صفات کمی پنبه شامل میانگین تعداد غوزه در بوته، میانگین وزن غوزه، عملکرد وش و الیاف، درصد کیل و صفات کیفی شامل طول و استحکام الیاف معنی‌دار بود. بالاترین عملکرد وش (۵۲۳۳ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد الیاف (۲۰۸۰ کیلوگرم در هکتار)، درصد کیل (۴۰)، طول الیاف (۳۱/۳ میلی‌متر)، استحکام الیاف (۲۹/۷ گرم بر تکس) از کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار همراه با دو بار برگ‌پاشی بور حاصل شد. بین خصوصیات کیفی الیاف با نیتروژن همبستگی وجود داشت که رابطه رگرسیون آن از معادله درجه دو پیروی می‌کرد. نتایج نشان داد که در خاک‌هایی که کم‌تر از ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بور داشته باشند و ذخیره کربن آلی آن‌ها کم‌تر از ۰/۸۱ درصد باشد، مصرف نیتروژن و بور باعث افزایش معنی‌دار عملکرد وش و الیاف پنبه می‌شود و خصوصیات کیفی الیاف نیز ارتقا می‌یابد. بنابراین، در چنین خاک‌هایی مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص همراه با دو بار برگ‌پاشی بور با غلظت پنج در هزار از منبع اسید بوریک در مرحله گلدهی و دو هفته پس از آن، توصیه می‌شود.

کلیدواژه‌ها: استحکام، الیاف، برگ‌پاشی، طول، وش.

## Field Evaluation of Nitrogen and Boron Effects on Quantitative and Qualitative Parameters of Cotton in Calcareous Soil

Mohsen Seilsepour\*

Assistant Professor, Greenhouse Cultivation Research Department, Tehran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Varamin, Iran

Received: January 16, 2020

Accepted: August 19, 2020

### Abstract

In a field experiment, the effects from application of nitrogen and boron on quantitative and qualitative characteristics of Varamin cotton variety have been studied at Tehran Agricultural and Natural Resources Research Center in 2016. The experiment has been carried out, using a randomized complete block design with factorial arrangement with three replications, with the main factor being nitrogen at four levels (0, 100, 200, and 300 kg ha<sup>-1</sup>) and the sub-factor, involving boron at three levels (no leaf spray, one leaf spray, and two leaf spray). The effects of nitrogen and boron and the interaction of nitrogen and boron on the quantitative traits of cotton, namely the mean number of bolls per plant, average boll weight, fiber yield, and fiber gin out, with the qualitative traits including fiber length and strength. Highest seedcotton yield (5233 kg ha<sup>-1</sup>), fiber yield (2080 kg ha<sup>-1</sup>), fiber percentage (40%), fiber length (31.3 mm), and fiber strength (29.7 g/textile) belong to 200 kg N per hectare and twice spraying of boron. There is a correlation between the qualitative properties of the fibers and nitrogen, whose regression relation follows the quadratic equation. Results show that in soils with less than 0.5 mg/kg boron and less than 0.81% organic carbon storage, nitrogen and boron application significantly increases seedcotton and fiber yield and the fiber quality is also improved. Therefore, in such soils, it is recommended to utilize 200 kg N with two times of foliar boron application from boric acid source with a concentration of five per thousand at flowering stage for two weeks thereafter.

**Keywords:** Fiber, foliar application, length, seedcotton, strength.

## ۱. مقدمه

تغذیه نامناسب و نامتعادل گیاه پنبه، منجر به کاهش عملکرد می‌گردد، بنابراین، تغذیه بهینه پنبه موجب تولید پایدار، افزایش عملکرد کمی و ارتقای کیفیت الیاف می‌گردد (Gormus & Sabagh, 2016). خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک، از نظر مواد آلی و نیتروژن فقیر هستند و به همین دلیل در این مناطق، نیتروژن عامل محدودکننده رشد و عملکرد است (Hutmacher et al., 2004). در این مناطق، پنبه واکنش قابل‌توجهی به مصرف کودهای حاوی نیتروژن نشان می‌دهد (Howard et al., 2001). نتایج مطالعات نشان داده است که در مناطق خشک و نیمه‌خشک، بیش‌ترین و عمومی‌ترین کودی که در زراعت پنبه به‌کار می‌رود، کودهای نیتروژنه هستند، چرا که گیاه پنبه نیاز زیادی به عنصر نیتروژن دارد و در اقلیم‌های خشک، میزان ذخیره این عنصر در خاک پایین است (Reddy et al., 2004). نیتروژن از طریق افزایش رشد عمومی گیاه و تولید غوزه‌های بزرگ‌تر و افزایش تعداد آن‌ها، عملکرد پنبه را افزایش می‌دهد (Ali & Hameed., 2011). نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که نیتروژن موجب افزایش فتوسنتز گیاه، افزایش مقدار تولید مواد فتوسنتزی، افزایش جذب عناصر غذایی و افزایش وزن غوزه می‌گردد (Sawan et al., 2006). نیتروژن موجب افزایش رشد رویشی گیاه، افزایش تعداد شاخه‌های جانبی بارده، افزایش وزن غوزه و افزایش عملکرد و ش پنبه می‌گردد (Boquet, 2005). وزن غوزه پنبه یکی از شاخص‌های عملکرد می‌باشد. نتایج مطالعات نشان‌دهنده افزایش وزن غوزه در اثر کاربرد نیتروژن تا ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار بوده است (Sawan et al., 2006). افزایش مقدار مصرف نیتروژن موجب افزایش سرعت فتوسنتز و افزایش تولید متابولیت‌های تولیدی می‌گردد که نتیجه آن افزایش وزن غوزه و عملکرد می‌باشد (Saleem et al., 2010).

نتایج بسیاری از مطالعات نشان‌دهنده افزایش عملکرد پنبه در اثر کاربرد نیتروژن بوده است (Sawan et al., 2011; Saleem et al., 2010; Seilsepour, 2006). نتایج یک پژوهش در خاکی با کربن آلی ۱/۱ درصد نشان داد که بیشینه عملکرد پنبه از مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست می‌آید و کاربرد بیش‌تر این عنصر، تأثیری بر عملکرد ندارد (Shafshak et al., 2002). به‌ازای تولید ۱۰۰ کیلوگرم الیاف، پنبه نیاز به ۲۰ کیلوگرم نیتروژن دارد (Lemon et al., 2009). نیتروژن روی کیفیت الیاف پنبه نیز تأثیر دارد. کیفیت الیاف پنبه تحت تأثیر ژنتیک و عوامل محیطی است (Saranga et al., 2001). در بین عوامل محیطی، تغذیه گیاه اثر زیادی بر کیفیت الیاف پنبه دارد (Subhan et al., 2001). با افزایش مصرف نیتروژن، طول الیاف افزایش و استحکام و ظرافت آن کاهش می‌یابد (Gomaa et al., 2001; Shafshak et al., 2002). در بین عناصر کم‌مصرف، بور مهم‌ترین عنصر کم‌مصرف در تغذیه پنبه شناخته شده است (Albers et al., 2003). این عنصر در انتقال قند و عناصر غذایی از برگ‌ها به میوه‌ها نقش مؤثری دارد و در تشکیل دیواره سلولی، گرده‌افشانی و تشکیل دانه نقش مؤثری ایفا می‌کند، به‌طوری‌که بور را کلید رشد و غوزه‌دهی در پنبه می‌دانند (Albers et al., 2003). از آنجایی‌که بور برای تمامی مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه پنبه ضروری است، تامین مقدار مناسب آن برای گیاه در طول دوره گل‌دهی و تشکیل غوزه‌ها ضروری است (Albers et al., 2003). نتایج پژوهش‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که گیاه پنبه در یک دوره رشد به حدود ۲۰۰ گرم بور در هکتار نیاز دارد و به‌ازای هر ۱۰۰ کیلوگرم الیاف، ۹ گرم بور جذب می‌کند (Khalileva & Yusupov, 2004). بور متابولیسم کربوهیدرات‌ها را در پنبه افزایش می‌دهد (Gascho, 2005).

به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، با ۱۲ تیمار و ۳ تکرار در یک خاک آهکی در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران در طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی، در سال ۱۳۹۵ به مرحله اجرا در آمد. عامل نیتروژن خالص در چهار سطح از منبع اوره (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) و عامل بور در سه سطح از منبع اسید بوریک (بدون برگ‌پاشی، برگ‌پاشی هنگام ظهور اولین گل و برگ‌پاشی هنگام ظهور اولین گل و دو هفته بعد از آن با محلول اسید بوریک با غلظت پنج در هزار) در نظر گرفته شدند (Seilsepour et al., 2013).

کاشت در نیمه دوم اردیبهشت‌ماه با پنبه رقم ورامین به صورت دستی انجام شد. پنبه رقم ورامین از مهم‌ترین و قدیمی‌ترین ارقام پنبه اصلاح‌شده کشور و مناسب برای کاشت در اکثر مناطق کشور به جز نوار خزری، به علت حساسیت به بیماری ریشه - بوته ورتیسیلیومی، است. این رقم دارای طول دوره رشد ۱۷۰ روز، ارتفاع بوته ۱۲۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر، ریشه اصلی عمیق و مقاوم به خوابیدگی با پتانسیل متوسط عملکرد ۵ تن در هکتار و ش می‌باشد (Hamidi et al., 2011).

هر کرت آزمایشی شامل شش خط کاشت به طول شش متر و به فاصله ۸۰ سانتی‌متر بود. فاصله بوته‌ها روی ردیف نیز ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. آبیاری به صورت شیاری براساس نیاز آبی پنبه در منطقه ورامین انجام شد (Farshi et al., 1997). قبل از اجرای آزمایش از خاک محل اجرای آزمایش نمونه مرکب تهیه و با روش‌های رایج مؤسسه تحقیقات خاک و آب (Alihyai, 1996) تجزیه شد (جدول ۱). برگ‌پاشی با محلول اسید بوریک با غلظت پنج در هزار در طول دوره رشد، براساس نوع تیمار، در مرحله ظهور اولین گل (۷۵ روز پس از کاشت) یا در

بور روی کیفیت الیاف پنبه نیز تأثیر دارد. نتایج پژوهش‌ها نیز بر افزایش طول الیاف پنبه در اثر مصرف بور دلالت دارد (Yusupov et al., 2001). گزارش شده است که مصرف ۲ کیلوگرم بور در هکتار در خاکی که میزان بور قابل جذب آن با روش آب داغ ۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم تعیین شده بود، باعث افزایش معنی‌دار عملکرد پنبه و افزایش طول الیاف شد (Silva et al., 2003). در اکثر موارد، بین نیتروژن و بور اثر متقابل وجود داشته است. نتایج یک پژوهش که در آن تأثیر چهار سطح نیتروژن (N) (صفر تا ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار) و چهار سطح بور (B) (صفر تا ۲/۲۴ کیلوگرم در هکتار) بر صفات کمی و کیفی پنبه مطالعه شده بود، نشان داد که اثر متقابل بین نیتروژن و بور وجود دارد. در این مطالعه، عملکرد پنبه تا سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (N) و ۰/۵۶ کیلوگرم در هکتار بور (B) افزایش پیدا کرد (Gormus et al., 2016). اثر متقابل مثبتی بین نیتروژن و بور در خصوص عملکرد و ش و الیاف وجود دارد (Oosterhuis & Steger, 2005). همچنین نتایج پژوهش‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که اثر هر یک از عناصر بور و نیتروژن، به تنهایی و با هم، بر خصوصیات عملکرد محصول، کیفیت الیاف و تعداد غوزه در واحد سطح کاملاً معنی‌دار است (Oosterhuis & Brown, 2002). نتایج سایر پژوهش‌ها نیز مؤید وجود اثر متقابل بور و نیتروژن بر عملکرد و ش، وزن غوزه و محتوای نیترات برگ پنبه بوده است (Oosterhuis & Steger, 2005). با توجه به این که پژوهش جامعی در خصوص اثر بور و نیتروژن بر صفات کمی و کیفی پنبه انجام نشده است، این پژوهش با هدف ارزیابی مزرعه‌ای کاربرد بور و نیتروژن بر صفات کمی و کیفی پنبه رقم ورامین انجام شد.

## ۲. مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه اثر کاربرد بور و نیتروژن بر صفات کمی و کیفی پنبه رقم ورامین، آزمایشی مزرعه‌ای یک‌ساله

به تعیین همبستگی بین صفات طول الیاف، استحکام الیاف و ظرافت الیاف با میزان نیتروژن مصرفی در هکتار گردید.

### ۳. نتایج و بحث

قبل از اجرای آزمایش از خاک محل اجرای آزمایش نمونه‌گیری مرکب به عمل آمد و مورد تجزیه فیزیکوشیمیایی قرار گرفت که نتایج آن در جدول (۱) درج شده است.

همان‌گونه که از نتایج جدول (۱) مشخص است خاک محل اجرای آزمایش از نظر نیتروژن و بور فقیر است (Ziaian *et al.*, 2014). خلاصه نتایج تجزیه واریانس اثر نیتروژن و بور بر صفات کمی پنبه و غلظت نیتروژن و بور در جدول (۲) درج شده است.

اثر متقابل نیتروژن و بور بر میانگین خصوصیات کمی پنبه در جدول (۳) درج شده است.

#### ۳.۱. تعداد غوزه در بوته و میانگین وزن غوزه

بیش‌ترین تعداد غوزه در بوته از مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار همراه دو بار برگ‌پاشی بور به‌دست آمد (جدول ۳).

مصرف نیتروژن موجب افزایش میانگین وزن غوزه شد و این افزایش تا سطح مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ادامه داشت. بیش‌ترین میانگین وزن غوزه به میزان ۹/۳ گرم از مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن همراه دو بار برگ‌پاشی بور حاصل شد (جدول ۳).

نتایج این پژوهش با نتایج به‌دست‌آمده توسط سایر پژوهش‌گران هم‌خوانی داشت. نتایج پژوهش‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که نیتروژن و بور باعث افزایش معنی‌دار تعداد غوزه می‌شود و اثر بور در افزایش تعداد غوزه در سطوح بالای مصرف نیتروژن بیش‌تر است (Oosterhuis & Steger, 2005).

مرحله ظهور اولین گل و دو هفته بعد از آن (۹۰ روز پس از کاشت)، انجام شد. مصرف کلیه کودهای پایه شامل نیتروژن، فسفر و پتاسیم و سایر عناصر کم‌مصرف براساس آزمون خاک صورت گرفت (Ziaian *et al.*, 2004).

تمام کود فسفره و پتاسیم قبل از کاشت و کود نیتروژن در دو نوبت (یک سوم هنگام تنک و دو سوم قبل از گل‌دهی) مصرف شد. نیتروژن از منبع اوره، فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل و پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم تأمین شد. عملیات برداشت با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای خطوط آزمایش روی دو خط وسط هر کرت آزمایش انجام شد و نتایج برداشت محصول پس از توزین مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. در هر کرت آزمایشی، پنج بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و در این بوته‌ها، هنگام برداشت میانگین تعداد غوزه در بوته، میانگین وزن غوزه و میانگین وزن و ش غوزه اندازه‌گیری و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

صفات کیفی الیاف شامل طول الیاف (میلی‌متر)، استحکام الیاف (مقدار مقاومت الیاف در برابر پارشدن که با واحد گرم بر تکس اندازه‌گیری می‌شود)، با استفاده از دستگاه HVI<sup>۱</sup> در آزمایشگاه تکنولوژی الیاف بخش تحقیقات پنبه و گیاهان لیفی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران اندازه‌گیری شد. درصد کیل نیز از تقسیم عملکرد الیاف به عملکرد و ش به‌دست آمد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایش از طریق آزمون F با استفاده از نرم‌افزار MSTATC (نسخه 1.1.0) انجام شد و مقایسه میانگین صفات موردبررسی با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن<sup>۲</sup> در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. به‌منظور مشخص شدن رابطه بین ویژگی‌های کیفی الیاف پنبه با مقدار نیتروژن مصرفی اقدام

1. High Volume Instrument  
2. Duncan Multiple range Test

ارزیابی مزرعهای تأثیر کاربرد بور و نیتروژن بر عملکرد و صفات کیفی پنبه رقم ورامین در یک خاک آهکی

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

عمق (cm)	واکنش گل اشباع (pH)	هدایت الکتریکی (dS.m <sup>-1</sup> )	درصد مواد خنثی شونده با اسید (%)	درصد کربن آلی (%)	بافت
۰-۳۰	۷/۶	۱/۲	۱۷	۰/۸۱	لوم-رس

ادامه جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

نیتروژن (%)	فسفر قابل جذب (mg.kg <sup>-1</sup> )	پتاسیم قابل جذب (mg.kg <sup>-1</sup> )	آهن قابل جذب (mg.kg <sup>-1</sup> )	منگنز قابل جذب (mg.kg <sup>-1</sup> )	روی قابل جذب (mg.kg <sup>-1</sup> )	مس قابل جذب (mg.kg <sup>-1</sup> )	بور قابل جذب (mg.kg <sup>-1</sup> )
۰/۰۸	۹/۵	۲۲۴	۵/۲	۱۱/۵	۰/۴۲	۰/۵	۰/۵

جدول ۲. خلاصه جدول تجزیه واریانس اثر نیتروژن و بور بر صفات کمی پنبه

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد غوزه در بوته	وزن غوزه	درصد الیاف	عملکرد وش	عملکرد الیاف	طول الیاف	استحکام الیاف
تکرار	۲	۴۱ns	۵/۲ ns	۱۵۹ ns	۲۵۶۵۰۴۳ ns	۳۰۷۵۵۶ ns	۱۰۶ns	۱۰۰ns
اثر نیتروژن	۳	۱۲۳**	۱۶/۲**	۳۳**	۲۲۷۰۴۷۱**	۵۸۶۲۷۰**	۱۲/۴**	۶/۷**
اثر بور	۲	۵۲**	۶/۶**	۴۸**	۲۷۹۱۹۹۱**	۷۷۸۹۱۰**	۷/۱**	۳/۱**
اثر متقابل نیتروژن و بور	۶	۵/۳**	۰/۶**	۰/۴۴**	۵۲۰۵۳**	۱۳۵۶۶**	۰/۲۴**	۰/۱**
اشتباه	۲۲	۰/۲۱	۰/۰۳	۰/۰۸	۱۰۷۲۵	۱۴۴۶	۰/۰۵	۰/۰۴
ضریب تغییرات (%)		۵/۲	۷/۳	۸/۴	۹/۸	۷/۶	۶/۴	۴/۵

جدول ۳. اثر متقابل نیتروژن و بور بر میانگین صفات کمی پنبه

تیمار نیتروژن (kg.ha <sup>-1</sup> )	تیمار بور	تعداد غوزه در بوته	وزن غوزه (g)	درصد الیاف (%)	عملکرد وش (kg.ha <sup>-1</sup> )	عملکرد الیاف (kg.ha <sup>-1</sup> )	طول الیاف (mm)	استحکام الیاف (g.tex <sup>-1</sup> )
۰	بدون برگ پاشی	۱۰/۶g	۵/۵g	۳۲/۰f	۳۳۸۰h	۱۱۰۱h	۲۷/۰g	۲۷/۰f
۰	یک برگ پاشی	۱۳f	۵/۰h	۳۵/۸d	۳۶۴۲g	۱۳۰۳g	۲۸/۰f	۲۷/۳ef
۰	دو برگ پاشی	۱۶e	۶/۰f	۳۵/۱e	۴۰۰۰f	۱۴۱۳ef	۲۸/۲ef	۲۷/۵e
۱۰۰	بدون برگ پاشی	۱۶e	۶/۷e	۳۶/۰d	۳۸۲۱g	۱۳۶۸fg	۲۸/۵e	۲۸/۰d
۱۰۰	یک برگ پاشی	۱۹d	۷/۱d	۳۹/۶a	۴۵۵۲d	۱۷۹۳c	۲۹/۵c	۲۸/۶c
۱۰۰	دو برگ پاشی	۲۱/۲ab	۸/۵c	۳۹/۰b	۵۱۲۱b	۱۹۵۰b	۳۰/۰b	۲۹/۰b
۲۰۰	بدون برگ پاشی	۱۸/۹d	۷/۳d	۳۶/۲d	۴۲۱۲e	۱۵۳۷d	۲۹/۸bc	۲۸/۶c
۲۰۰	یک برگ پاشی	۲۲a	۸/۶c	۳۹/۶a	۴۸۱۳c	۱۸۹۴b	۳۰/۱b	۲۹/۵a
۲۰۰	دو برگ پاشی	۲۲/۴a	۹/۳a	۴۰/۱a	۵۲۳۲a	۲۰۸۰a	۳۱/۳a	۲۹/۷a
۳۰۰	بدون برگ پاشی	۲۰c	۷/۳d	۳۵/۲e	۴۲۰۶e	۱۴۸۰e	۲۹/۰d	۲۷/۱f
۳۰۰	یک برگ پاشی	۲۱/۲b	۸/۵c	۳۸/۱c	۴۷۶۷c	۱۸۱۴c	۳۰/۱b	۲۸/۰d
۳۰۰	دو برگ پاشی	۲۱ab	۹/۱b	۳۹/۲b	۵۲۱۲a	۲۰۳۶d	۳۱/۰a	۲۸/۵c

اعدادی که حروف انگلیسی مشابه دارند، براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن، تفاوت آماری معنی دار در سطح ۵ درصد آماری ندارند.

گزارش شده است که کمبود بور در مراحل زایشی پنبه موجب افزایش نرخ فتوسنتز، سطح برگ، تشکیل ماده خشک و در نهایت افزایش تشکیل غوزه و افزایش وزن آن می‌گردد (Oosterhuis & Zhao, 2006).

### ۲.۳. عملکرد وش و الیاف پنبه

اثر نیتروژن، اثر بور و اثر متقابل نیتروژن و بور روی عملکرد وش و الیاف پنبه از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین عملکرد وش و الیاف پنبه، به ترتیب به میزان ۵۲۳۳ و ۲۰۸۰ کیلوگرم در هکتار، از مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن همراه دو بار برگ‌پاشی بور حاصل شد (جدول ۳). نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر با نتایج به‌دست‌آمده توسط سایر پژوهش‌گران مطابق داشت. پژوهش‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که افزایش عملکرد پنبه در اثر مصرف نیتروژن به تولید غوزه‌های بزرگ‌تر باز می‌گردد (Gormus, 2005). هم‌چنین نتایج مطالعات حاکی از افزایش وزن غوزه در اثر کاربرد نیتروژن تا ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار بوده است (Sawan et al., 2006). مشخص شده است که مصرف کودهای حاوی نیتروژن در پنبه، موجب افزایش رشد زایشی و به تبع آن افزایش عملکرد وش می‌گردد (Howard et al., 2001). کمبود نیتروژن در مناطق خشک و نیمه‌خشک، مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد و عملکرد پنبه می‌باشد و عملکرد را از طریق کاهش رشد رویشی و زایشی کاهش می‌دهد (Hutmacher et al., 2004). بنابراین منطقی است که مصرف نیتروژن در این مناطق، افزایش عملکرد پنبه را به همراه داشته باشد. نتایج افزایش عملکرد پنبه در اثر مصرف نیتروژن به افزایش و تجمع مواد فتوسنتزی که به‌طور مستقیم باعث افزایش وزن غوزه و افزایش مقدار وش در غوزه می‌گردد، ارتباط دارد (Gormus & Sabagh, 2016).

نتایج پژوهش‌های سایر پژوهش‌گران نیز بر افزایش تعداد غوزه‌ها در پنبه در اثر مصرف نیتروژن دلالت دارد (Zhang et al., 2002; Fritschi et al., 2003; Elayan, 2008). مشخص شده است که وزن غوزه پنبه یکی از شاخص‌های عملکرد می‌باشد. نتایج مطالعات نشان‌دهنده افزایش وزن غوزه در اثر کاربرد نیتروژن تا ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار بوده است (Sawan et al., 2006).

افزایش مقدار مصرف نیتروژن موجب افزایش سرعت فتوسنتز و افزایش تولید متابولیت‌های تولیدی می‌شود که موجب افزایش وزن غوزه و در نهایت افزایش عملکرد می‌گردد (Salem et al., 2010). هم‌چنین کاربرد بور، کارایی مصرف نیتروژن را در پنبه از طریق انتقال ترکیبات نیتروژن از برگ‌ها به غوزه‌ها افزایش می‌دهد و موجب افزایش وزن و اندازه غوزه‌ها می‌شود (Shorrocks, 1997).

بور با افزایش انتقال آب و عناصر غذایی به نقاط رشد، موجب افزایش گل‌دهی و رشد غوزه می‌گردد (Shireen et al., 2018). هم‌چنین بور از ریزش گل و غوزه در پنبه ممانعت می‌کند و موجب رشد شاخه‌های بارده می‌گردد. بنابراین حفظ غلظت مناسبی از بور از ریزش گل و غوزه جلوگیری می‌کند (Kumar et al., 2018). هم‌چنین بور موجب انتقال مواد فتوسنتزی از منبع (برگ‌ها) به مخزن (غوزه‌ها) می‌شود که باعث کاهش ریزش گل و غوزه و هم‌چنین باعث افزایش تعداد غوزه و عملکرد وش می‌شود (Dordas, 2006). بور به‌طور مستقیم در متابولیسم ریبونوکلوئیک‌اسید، متابولیسم کربوهیدرات‌ها و مواد پکتیکی دخالت دارد. بور در فرایندهای فیزیولوژیکی که جذب و انتقال عناصر کم مصرف مثل مس، آهن، منگنز و روی را کنترل می‌کند نیز، دخالت دارد (Wimmer & Eichert, 2013) که موجب رشد بهتر و افزایش وزن غوزه پنبه می‌شود. هم‌چنین

افزایش درصد کیل می‌گردد (Sawan et al., 2006). مصرف نیتروژن بیش‌تر از مقدار نیاز گیاه، موجب رشد سبزینه‌ای گیاه، تأخیر در رسیدگی و بازشدن غوزه‌ها، کاهش طول الیاف و در نهایت کاهش درصد کیل می‌گردد (Hussain et al., 2000; Sawan et al., 2006.)

#### ۴.۳. صفات کیفی الیاف

خلاصه نتایج تجزیه واریانس اثر نیتروژن و بور بر خصوصیات کیفی پنبه در جدول (۲) درج شده است.

#### ۵.۳. طول و استحکام الیاف

اثر نیتروژن، اثر بور و اثر متقابل نیتروژن و بور روی طول الیاف از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین طول الیاف پنبه به میزان ۳۱/۳ میلی‌متر، از مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار (N) همراه دو بار برگ‌پاشی بور حاصل شد (جدول ۳).

خصوصیات کیفی الیاف پنبه مانند طول الیاف از مهم‌ترین ویژگی‌های پنبه می‌باشد و به‌عنوان یک عامل مهم در قیمت‌گذاری الیاف پنبه نقش دارد (MacDonald et al., 2010). نتایج پژوهش‌های صورت‌گرفته نشان‌دهنده افزایش طول الیاف پنبه با کاربرد بور (Boman et al., 2001; Yusufov et al., 2001) و نیتروژن (Ali & Hameed, 2011; Fritschi et al., 2003; Read et al., 2006) می‌باشد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. طول الیاف کوتاه‌تر نیز، زمانی که کود نیتروژن مصرف نشده بوده است در مقایسه با مصرف کود نیتروژن مشاهده شده است (Bauer & Roof, 2004). از طرف دیگر، مشخص شده است که طول الیاف پنبه با مصرف بیش از ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، کاهش داشته است (Girma et al., 2007). نتایج یک پژوهش با مصرف مقادیر مختلف نیتروژن از صفر تا ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار نشان می‌دهد که بیش‌ترین طول الیاف پنبه به میزان

نیتروژن موجب افزایش سرعت فتوسنتز و افزایش تولید متابولیت‌های تولیدی می‌گردد که موجب افزایش وزن غوزه و افزایش عملکرد می‌گردد (Salem et al., 2010). نتایج بسیاری از مطالعات مؤید افزایش عملکرد پنبه در اثر کاربرد نیتروژن بوده است (Sawan et al., 2006; Salem, 2004; Bauer & Roof, 2004). کاربرد بور در پنبه موجب افزایش رشدونمو گل، رشد گرده، لقاح و کاهش ریزش غوزه می‌شود که در نهایت موجب افزایش تعداد غوزه در بوته می‌گردد (Shah et al., 2015). افزایش تعداد غوزه در بوته، وزن غوزه و اندازه غوزه را می‌توان به نقش بور در افزایش انتقال قند، نفوذپذیری سلول، افزایش سرعت فتوسنتز و افزایش انتقال مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن را مرتبط دانست (Brown et al., 2002).

#### ۳.۳. درصد کیل

اثر نیتروژن، اثر بور و اثر متقابل نیتروژن و بور روی درصد کیل پنبه از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین درصد کیل پنبه به میزان ۴۰ درصد، از مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن همراه دو بار برگ‌پاشی بور حاصل شد (جدول ۳).

نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر با نتایج به‌دست‌آمده توسط سایر پژوهش‌گران مطابقت دارد. اثر مقادیر مختلف نیتروژن (صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) روی درصد کیل پنبه نشان داد که بیش‌ترین درصد کیل به میزان ۳۹/۴ درصد از مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار مصرف نیتروژن به‌دست آمد و مصرف بیش‌تر نیتروژن باعث کاهش درصد کیل شد (Salem et al., 2010). نتایج پژوهش‌ها مؤید این مطلب است که نیتروژن موجب افزایش سرعت فتوسنتز و تولید متابولیت‌ها از جمله سلولز می‌گردد که سرانجام موجب افزایش تولید الیاف در مقایسه با محصول و ش می‌گردد که باعث

پژوهش‌های صورت‌گرفته نشان می‌دهد که استحکام الیاف پنبه با افزایش مصرف نیتروژن، افزایش می‌یابد (Rochester et al., 2001). استحکام الیاف پنبه منتج تولید و تجمع سلولز در الیاف در حال تشکیل پنبه است که تحت تأثیر نیتروژن است. در طول دوره تشکیل الیاف پنبه، حفظ سطح مناسبی از نیتروژن برای گیاه ضروری است و هرگونه کمبود نیتروژن در این دوره منجر به کاهش ساخت سلولز و در نتیجه، کاهش استحکام الیاف پنبه می‌شود (Bradow & Davidonis, 2000).

### ۶.۳. همبستگی خصوصیات کیفی الیاف با سطوح مختلف مصرف نیتروژن

نتایج نشان داد که رابطه خصوصیات کیفی الیاف و نیتروژن مصرفی از نوع معادله درجه دو با فرم کلی  $Y = aX^2 + bx + c$  بود. در این معادلات، طول الیاف، استحکام الیاف و ظرافت الیاف به‌عنوان متغیر وابسته (Y) و مقدار نیتروژن مصرفی به‌عنوان متغیر مستقل (X) در نظر گرفته شد معادلات رگرسیونی به‌دست‌آمده به شرح جدول (۴) بود.

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، خصوصیات کیفی الیاف شامل طول، استحکام و ظرافت الیاف تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار مصرف نیتروژن ارتقا یافته‌اند که این ارتقا از معادله غیرخطی پیروی نموده است (جدول ۴). این موضوع، کاهش کیفیت الیاف پنبه را در اثر مصرف نیتروژن، بیش از نیاز گیاه، اثبات می‌کند که مورد تأیید پژوهش‌گران نیز بوده است (Girma et al., 2007; Red, 2006).

۳۰/۶ میلی‌متر از مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شده است و مصرف نیتروژن بیش‌تر موجب کاهش طول الیاف پنبه شده است (Gormus & Sabagh, 2016). نتایج سایر مطالعات نیز حاکی از کاهش طول الیاف پنبه در شرایط بیش‌بود نیتروژن است (Read et al., 2006). با مصرف نیتروژن بیش از نیاز گیاه، نیتروژن جذب‌شده صرف رشد رویشی گیاه پنبه می‌شود و مواد فتوسنتزی صرف رشد سبزینه‌ای می‌شود که این موضوع موجب کاهش طول الیاف پنبه می‌گردد (Zancan et al., 2013).

نتایج تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایش نشان می‌دهد که اثر نیتروژن، اثر بور و اثر متقابل نیتروژن و بور روی استحکام الیاف از نظر آماری معنی‌دار است (جدول ۲). بیش‌ترین استحکام الیاف پنبه به میزان ۲۹/۷ گرم بر الیاف، از مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن همراه دو بار برگ‌پاشی بور حاصل شد (جدول ۳).

استحکام کم‌تر الیاف، زمانی که کود نیتروژن مصرف نشده بوده است، در مقایسه با مصرف کود نیتروژن، مشاهده شده است (Bauer & Roof, 2004). از طرف دیگر، مشخص شده است که استحکام الیاف با مصرف بیش از ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، کاهش داشته است (Girma et al., 2007). طی مطالعه دیگری، مصرف نیتروژن تا سطح ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش استحکام الیاف شد (۳۱/۲ گرم بر الیاف) و از آن به بعد، استحکام الیاف را کاهش داد (Gormus & Sabagh, 2016). نتایج سایر مطالعات نیز حاکی از کاهش استحکام الیاف پنبه در شرایط کمبود نیتروژن و بیش‌بود آن است (Read, 2006).

جدول ۴. معادلات رگرسیونی رابطه خصوصیات کیفی الیاف و نیتروژن مصرفی

متغیر وابسته (Y)	متغیر مستقل (X)	ضریب تبیین	نوع معادله	معادله
طول الیاف	نیتروژن مصرفی ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ )	۰/۹۸	درجه ۲	$Y = -5E - 05X^2 + 0.023X + 27.6$
استحکام الیاف	نیتروژن مصرفی ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ )	۰/۹۳	درجه ۲	$Y = -7E - 05X^2 + 0.023X + 27.1$
ظرافت الیاف	نیتروژن مصرفی ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ )	۱	درجه ۲	$Y = -5E - 05X^2 + 0.014X + 4.4$



- Journal of Scientific & Engineering Research*, 2, 1-13.
- Alihyai, M. (1996). Methods of chemical analysis of soil. Soil and Water Research Institute. Karaj. Iran (In Persian).
- Bauer, P. J., & Roof, M. E. (2004). Nitrogen and cover crop effects on cotton yield and fiber properties. *Agronomy journal*, 96, 369-376.
- Boman, R. K., Raun, W. R., Westerman, R. L., & Banks, J.C. (2001). Longterm Nitrogen fertilization in short-season cotton: Interpretation of agronomic characteristics using stability analysis. *Journal of production Agriculture*, 10, 580-585.
- Boquet, D. J. (2005). Cotton in ultra-narrow row spacing: plant density and nitrogen fertilizer rates. *Agronomy Journal*, 97, 279-287.
- Bradow, J. M., & Davidonis, G. H. (2000). Quantitation of fiber quality and the cotton production-processing interface: a physiologist's perspective. *Journal of Cotton Science*, 4, 34-64.
- Brown P. H., Bellaloui, N., Wimmer, M. A., Bassil E. S., Ruiz, J., & Hu, H. (2002). Boron in plant biology. *Plant Biology*, 4, 205-223
- Dordas, C. (2006). Foliar boron application affects lint and seed yield and improves seed quality of cotton grown on calcareous soils. *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 76, 19-28
- Elayan, S. E. D. (2008). Effect of foliar application of some micronutrients on growth, yield and fiber properties on some Egyptian cotton cultivars. *Egyptian Journal of Applied Science*, 23(4B), 469-485.
- Farshi, A.A., Jarallahi, R., Ghaemi, M.R., & Shahabi, M. (1997). Estimated Water Requirements for Crops and Orchards in the Country. *Agriculture education publication*, Karaj, Iran. (In Persian)
- Fritschi, F. B., Roberts, B. A., Travis, R. L., Rains, D. W., & Hutmacher, R. B. (2003). Response of irrigated Acala and Pima cotton to nitrogen fertilization. *Agronomy Journal*, 95, 133-146.
- Gascho, G.L. (2005). Late season fertilization of soybeans with nitrogen and boron. *Better Crops*. Summer. pp.18.
- Girma, K., T., Freeman, R. K., Boman., K. W., & Raun, W. R. (2007) Cotton lint yield and quality as affected by applications of N, P, and K fertilizers. *Journal of Cotton Science*, 11, 12-19.
- Gomaa, M.E., El,Sayed, K.M., & Rady, M.S. (2001). Response of Egyptian cotton to nitrogen fertilizer and irrigation frequency. II Fiber properties and seed quality characters, *Monoufeia-Journal-of-Agricultural-Research*, 4, 189-210.

#### ۴. نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که در خاک‌های مشابه خاک محل اجرای این پژوهش، مصرف نیتروژن و بور باعث افزایش معنی‌دار عملکرد وش و الیاف پنبه می‌شود و صفات کیفی الیاف از جمله طول الیاف ارتقا می‌یابد. بنابراین، در چنین خاک‌هایی، مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص همراه با دو بار برگ‌پاشی بور با غلظت ۵ در هزار از منبع اسید بوریک در مرحله گلدهی و دو هفته پس از آن توصیه می‌شود.

#### ۵. تشکر و قدردانی

این پژوهش براساس پروژه تحقیقاتی "ارزیابی مزرعه‌ای تأثیر کاربرد بور و نیتروژن بر عملکرد و صفات کیفی پنبه رقم ورامین" اجرا شد که بدین وسیله از سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی ([www.areeo.ir](http://www.areeo.ir))، مؤسسه تحقیقات خاک و آب ([www.swri.ir](http://www.swri.ir)) و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران ([www.tehran.areeo.ac.ir](http://www.tehran.areeo.ac.ir))، تشکر و قدردانی می‌گردد.

#### ۶. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

#### ۷. منابع

- Ahmed, N. (2009). *Establishment soil and plant tissue boron and zinc requirement for cotton in calcareous soils of Pakistan*. Ph.D. thesis. University college of agriculture, Bahauddin Zakarya University. Pakistan.
- Albers, D. W., Hefner, S., & Klobe, D. (2003). *Fertility management of cotton*. University of Missouri Extension Publication G4256 (web access only: <http://extension.missouri.edu/Publications/DisplayPub.aspx?P=G4256>)
- Ali, H., & Hameed, R. A. (2011). Growth, yield and yield components of American cotton (*Gossypium hirsutum* L.) as affected by cultivars and nitrogen fertilizer. *International*

- Gormus, O., & Sabagh, A. (2016). Effect of nitrogen and sulfur on the quality of the cotton fiber under mediterranean conditions. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, (Issue6), 662-669
- Gormus, O., Sabagh, E.L., & Islam, M. S. (2016). Optimizing yield and fiber quality of cotton under mediterranean environment: managing nitrogen and potassium nutrition. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 4 (Suppl. V), 572-580. doi: 10.18006/2016.4(5S). 572.580
- Hamidi, A. (2011). Identification and registration of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars by using morphological characteristics. Research project final report. Ministry of Jihad-e-Agriculture Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Seed and Plant Certification and Registration Institute (SPCRI), Registration No.: 89/1761.
- Howard, D. D., Gwathmey, C.O., Essington, M. E., Roberts, R.K., & Mullen, M.D. (2001) Nitrogen fertilization of no till cotton on loess-derived soils. *Agronomy Journal*, 93, 157-163.
- Hussain, S. Z., Faird, S., Anwar, M., Gill, M. I., & Baugh, M. D. (2000). Effect of plant density and nitrogen on the yield of seed cotton-variety CIM-443. *Sarhad Journal of Agriculture*, 16, 143-147.
- Hutmacher, R. B., Travis, R. L., Rains, D. W., Vargas, R. N., Roberts, B. A., Weir, B. L., Wright, S. D., Munk, D. S., Marsh, B. H., Keeley, M. P., Fritsch, F. B., Munier, D. J., Nichols, R. L., & Delgado. R. (2004). Response of recent Acala cotton cultivars to variable nitrogen rates in the San Joaquin Valley of California. *Agronomy Journal*, 96, 48-62.
- Khalileva, A., & Yusupov, S. H. (2004). The direct and residual effects of trace elements on yield and uptake of trace elements by cotton, *Uzbekskii-Biologicheskii-Zhurnal*, 3, 30-33
- Kumar, S., Komar, D., & Sekhon, K. S. (2018). Influence of Levels and Methods of Boron Application on the Yield and Uptake of Boron by Cotton in a Calcareous Soil of Punjab. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 49(4).
- Lemon, R., Bowman, R., McFarland, M., Bean, B., Provin, T., & Hons, F. (2009). Nitrogen management in cotton SCS-2009-1. *Texas AgriLife Extension Service*, The Texas A&M University System.
- MacDonald, S., Naik, G., & Landes, R. (2010). Markets, institutions, and the quality of agricultural products: cotton quality in India. Agricultural & Applied Economics Association 2010 AAEEA, CAES, & WAEA Joint Annual Meeting, Denver, Colorado, July 25-27.
- Oosterhuis, D. M., & Zhao, D. (2006). Effect of boron deficiency on the growth and carbohydrate metabolism of cotton. *Developments in Plant and Soil Sciences*, 92, 166-167.
- Oosterhuis, D. M., & Brown, S. (2002). Effect of soil and foliar-applied boron on the physiology and yield of cotton. *Soil Fertility Information*. June 2002.
- Oosterhuis, D.M., & Steger, A. (2005). The influence of nitrogen and boron on the physiology and production of cotton. News & Views. Regional newsletter published by the Potash & Phosphate Institute (PPI)
- Read, J. J., Reddy, K. R., & Jenkins, J. N. (2006). Yield and fiber quality of Upland cotton as influenced by nitrogen and potassium nutrition. *European Journal of Agronomy*, 24, 282-290.
- Reddy, K.R., Koti, S., Davidonis, G.H., & Reddy, V.R., (2004). Interactive effects of carbon dioxide and nitrogen nutrition on cotton growth, development, yield, and fiber quality. *Agronomy Journal*, 96, 1148-1157.
- Rochester, I. J., Peoples, M. B., & Constable, G. A. (2001) Estimation of the N fertilizer requirement of cotton grown after legume crops. *Field Crops Research*, 70, 43-53.
- Saleem, M. F., Bilal, M., Awais, M. Q., & Anjum, S. A. (2010). Effect of nitrogen on seed cotton yield and fiber qualities of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 20(1), 23-27
- Saranga, Y., Menz, C. X., Jiang, J. W., Robert, D., & Andrew, H. P. (2001). Genomic dissection of genotype X environment interactions conferring adaptation of cotton to arid conditions. *Genome Res.* 11, 1988-1995. edition, AVI Pub. 10 Inc. Westport, Connecticut. pp. 559-588.
- Sawan, Z.M., Mahmoud, M.H., & El-Guibali, A.H. (2006). Response of yield, yield components, and fiber properties of Egyptian cotton (*Gossypium barbadense* L.) to nitrogen fertilization and foliar-applied potassium and mepiquat chloride. *The Journal. Cotton Science*, 10, 224-234.
- Seilsepour, M., & Rashidi, M. (2011). Effect of different application rates of nitrogen on yield and quality of cotton (*G. hirsutum*). *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 10, 366-370.

- Seilsepour, M., Rashidi, M., & Somani, P. Y., (2013). Influence of different application rates of boron on biological growth and fiber quality of cotton. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 13, 548-52 .
- Shafshak, S. E., El, Sayed, K. I., Salem, M. S., & Shahine, I. M. (2002). Effect of different levels and forms of nitrogen fertilizer on Egyptian cotton, Giza 69 cultivar. III. Effect on fiber properties and chemical content., *Annals-of-Agricultural-Science*, 20, 157-182
- Shah, J. A., Zia-ul-Hassan, S., Rajpar, I., & Sial, M.A. (2015). Response of cotton genotypes to boron 408 under B-deficient and B-adequate conditions. *Pakistan Journal of Biological Science*, 47, 1657-1663.
- Shorrocks, V. M. (1997). The occurrence and correction of boron deficiency. *Plant and soil*, 193, 121-148.
- Silva, N. M., Carvalho, L.H., & Bortoletto, N. (2003). Regional study on application of boron fertilizer to cotton in Sao Paulo State, Brazil, *Bragantia*, 50, 341-358
- Subhan, M., Khan, H. U., & Ahmed, R. O. (2001). Population analysis of some agronomic and technological characteristics of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Pakistan Journal of Biological Science*, 1, 120-123.
- Wimmer, M. A., & Eichert, T. (2013). Review: mechanisms for boron deficiency-mediated changes in plant water relations. *Plant Science*, 203, 25-32.
- Yusupov, S. H., Pirakhunov, T. P., & Khalileva, A. (2001). Effectiveness of mineral fertilizers with added trace elements on cotton stands under conditions of Golodna steppe, *Agrokimiya*, 3, 89-92.
- Zancan, W. L. A., Chitarra, L. G., & Chitarra, G. S. (2013). Cotton in Brazil: Importance and chemical control of bolls rot. In: Nita, M. (ed.). Fungicides-showcases of integrated plant disease management from around the world. London. IntechOpen Limited, 2013. Cap.7. p.135-152.
- Zhang, W., Wang, Z., Yu, S., Li, S., Cao, L., & Wang, D. (2002) Effect of Nitrogen on Canopy Photosynthesis and Yield Formation in High-Yielding Cotton of Xinjiang. *Acta Agronomica Sinica*, 28, 789-796.
- Ziaian, A., Seilsepour, M., & Ghouschi, F. (2004). Principals of cotton nutrition. Marze Danesh press. Tehran. Iran. (In persian).