DOI: 10.22059/ijswr.2021.311854.668766 تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۵۲، شماره ۵، مرداد ۱۴۰۰ (ص ۱۳۶۴-۱۳۵۱)
(علمی – پژوهشی)

Effect of Humic Acid and Complete Micronutrient Fertilizer on Growth and Economic Yield of Different Bread Wheat Cultivars (*Triticum aestivum* L.)

KAZEM TALESHI*[1], NOSHIN OSOLI[1], HADI KHAVARI[2]

1. Department of Agronomy, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran.
2. Young Researchers and Elite Club, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran.
(Received: Oct. 14, 2020- Revised: Apr. 1. 2021- Accepted: Apr. 13, 2021)

ABSTRAC

In order to evaluate the effect of humic acid and complete micronutrient fertilizer on growth and economic performance of different bread wheat cultivars, a factorial experiment was conducted on the base of randomized complete block design with three replications in Biranshahr region (Lorestan province) during two years in 2015-16 and 2016-17. The main factors included nutrition at four levels (control, humic acid, complete fertilizer 20-20-20 and humic acid + complete fertilizer 20-20-20) and bread wheat cultivars as sub-factors included (Mihan, Sivand and Alvand). The results showed that the number of spikes per square meter, number of seeds per spike, 1000-seed weight, biological yield, and grain yield and harvest index of wheat cultivars were influenced by the studied factors. The highest economic yield (8296 kg/ha) was obtained in the treatment of humic acid application + complete micronutrient fertilizer in Alvand cultivar. The highest number of spikes per m^2 was related to humic acid feeding treatment in Alvand cultivar with an average of 625 spikes per m^2. The highest number of seeds per spike was obtained in the treatment with humic acid feeding along with complete fertilizer in Alvand cultivar with an average of 45.2. The highest 1000-seed weight was related to feeding with humic acid + complete fertilizer with an average of 42.0 g. Interaction of humic acid with complete fertilizer in Alvand cultivar has produced the highest biological yield (19156 kg/ha). The highest harvest index (43.6%) was observed in complete fertilizer feeding treatment in Alvand cultivar. Findings showed that the application of humic acid along with chemical fertilizers increases the quality and quantity of agricultural products and maintains the balance of the environment.

Keywords: Crop Management, Nutrition Management, complete Fertilizer, Humic Acid.

* Corresponding Author’s Email: Kazem_Taleshi@yahoo.com

اثر هیومیک اسید و کود کامل ریزمغذی بر رشد و عملکرد اقتصادی ارقام گندم نان (*Triticum aestivum* L.)

کاظم طالشی[1*]، نوشین اصولی[1]، هادی خاوری[2]

۱) گروه زراعت، واحد خرم‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم آباد، ایران.

۲) باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد خرم‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم آباد، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۷/۲۳- تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱/۱۲- تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۱/۲۴)

چکیده

به منظور ارزیابی اثر هیومیک اسید و کود کامل ریزمغذی بر رشد و عملکرد اقتصادی ارقام مختلف گندم نان، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در منطقه بیران‌شهر (استان لرستان) طی دو سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ اجرا شد. تغذیه در چهار سطح شاهد، هیومیک اسید، کود کامل N۲۰- P۲۰-K۲۰ و هیومیک اسید+ کود کامل ۲۰-۲۰-۲۰ و ارقام گندم نان شامل میهن، سیوند و الوند بودند. نتایج نشان داد که تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت ارقام گندم تحت تأثیر عوامل آزمایش قرار گرفتند. رقم الوند در تیمار مصرف توام هیومیک اسید و کود کامل ریز مغذی با ۸۲۹۶ کیلوگرم در هکتار بالاترین مقدار عملکرد دانه را بخود اختصاص داد. بیشترین تعداد سنبله در متر مربع مربوط به تیمار تغذیه با هیومیک اسید در رقم الوند با میانگین (۶۲۵ سنبله در متر مربع) بود. بیشترین تعداد دانه در سنبله در تیمار تغذیه با هیومیک اسید به همراه کود کامل در رقم الوند با میانگین ۴۵/۲ بدست آمد. بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار تغذیه با هیومیک اسید+ کود کامل با میانگین (۴۲/۰ گرم) بود. برهمکنش هیومیک اسید به همراه کود کامل در رقم الوند بیشترین عملکرد بیولوژیک (۱۹۱۵۶ کیلوگرم در هکتار) را تولید نموده است. بیشترین شاخص برداشت در تیمار تغذیه کود کامل در رقم الوند با شاخص برداشت ۴۳/۶ درصد مشاهده شد و تغذیه گیاه با کود کامل دارای بیشترین شاخص کلروفیل برگ به میزان ۴۴/۴۷ بود. یافته‌ها نشان داد که کاربرد هیومیک اسید به‌عنوان یک اسید آلی طبیعی همراه با مصرف متعادل کودهای شیمیایی باعث افزایش کیفیت و کمیت محصولات کشاورزی و حفظ تعادل محیط زیست می‌شود.

واژه‌های کلیدی: مدیریت تغذیه‌ای، هیومیک اسید، گندم، عملکرد کمی و کیفی.

مقدمه

طی ۳۰ سال اخیر، با افزایش جمعیت جهان، تولید محصولات کشاورزی برای تأمین غذا افزایش یافته است (Foley *et al.*, 2011). در فاصله زمانی بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۲۰ میلادی، جمعیت جهان از ۵ میلیارد نفر به ۷/۸ میلیارد نفر افزایش یافته است و چنانچه این روند برای رشد جمعیت ادامه یابد، انتظار می‌رود که تا سال ۲۰۵۰ میلادی تعداد افرادی که نیاز به تأمین مواد غذایی دارند، بالغ بر ۹/۷ میلیارد نفر خواهند بود (UN Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2021). گندم یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی و تأمین کننده بخش عمده‌ای از نیازهای غذایی جمعیت روزافزون جهان است که سهم زیادی از زمین‌های زراعی را در سراسر دنیا به خود اختصاص داده است (Wang *et al.*, 2020). مدیریت عناصر غذایی یکی از مهم‌ترین عواملی است که نقش مهمی در افزایش عملکرد محصول در واحد سطح دارد. انتخاب روش‌های مناسب عرضه عناصر غذایی مورد نیاز می‌تواند سبب افزایش بهره‌وری گیاهان زراعی گردد؛ از این طریق که با استفاده حداکثر از منابع خاک و آب، عملکرد اقتصادی مناسبی را تولید کنند. از طرفی استفاده بیش از نیاز و بدون مدیریت کودهای شیمیایی در زمین‌های کشاورزی می‌تواند موجب آلودگی هرچه بیشتر آب‌های آشامیدنی و محیط زیست گردد (Izadi-Darbandi and Azad, 2015). بنابراین بایستی میزان مصرف عناصر غذایی در نظام‌های زراعی مطابق با نیاز گیاه باشد. چرا که مقدار مازاد آن، علاوه بر تهدید امنیت غذایی انسان‌ها و جانوران، به محصولات کشاورزی نیز آسیب می‌رساند که در نتیجه عملکرد اقتصادی مناسبی نخواهند داشت (Halimiyan *et al.*, 2020). این در حالی است که استفاده از کودهای آلی می‌تواند فعالیت‌های بیولوژیک و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک را بهبود بخشیده و در نتیجه اسیدیته خاک را خنثی کرده، بعضی از ریزمغذی‌ها مثل روی، بر و مس را تأمین کند که به دلیل افزایش دسترسی گیاه زراعی به

* نویسنده مسئول: Kazem_Taleshi@yahoo.com

آن‌ها علاوه بر افزایش رشد موجب افزایش عملکرد اقتصادی می‌گردد (Akbari and Modares Sanavy, 2019). هیومیک اسید به‌عنوان یک اسید آلی طبیعی و سازگار با محیط زیست، اثر مثبتی بر جذب مواد غذایی توسط گیاهان زراعی دارد و برای انتقال و در دسترس بودن عناصر ریزمغذی در گیاه بسیار مهم است (Shahryari, 2018; Doroodian *et al*., 2016). کاربرد کود هیومیک می‌تواند هم در بهبود کیفیت دانه تأثیر گذارد و هم به‌طور قابل ملاحظه‌ای عملکرد دانه گندم را افزایش دهد (Shahryari, 2018). برخی محققین نیز دریافتند که کاربرد هیومیک اسید به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را در گندم افزایش می‌دهد (E-Bassiouny *et al*., 2014). همچنین در این خصوص، محققان در پژوهش‌های مزرعه‌ای متعددی، اثربخشی روش‌های مختلف مدیریت تغذیه‌ای را بر عملکرد اقتصادی و خصوصیات زراعی گندم گزارش نموده‌اند (Sabzevari and Khazaei, 2009). در پژوهشی کاربرد هیومیک اسید و مقادیر مختلف فسفر، پتاسیم و نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و خصوصیات فیزیولوژیک گندم مورد ارزیابی قرار گرفت و گزارش شد که کاربرد اسید هیومیک موجب بهبود شاخص‌های فیزیولوژیکی و افزایش مولفه‌های تولیدی در مقایسه با تیمار شاهد شد (Tourfi and Shokuhfar, 2019). این پژوهشگران بیان داشتند که کاربرد کود هیومیک اسید با تاثیر بر بهبود سطح برگ و افزایش اجزای عملکرد از جمله تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه توانست بیشترین عملکرد را حاصل نماید (Tourfi and Shokuhfar, 2019). در مطالعه دیگری گزارش شد که حداکثر عملکرد دانه گندم با کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید مشاهده شد که این میزان ۱۶ درصد بیشتر از تیمار شاهد بوده است (Sarwar *et al*., 2017). در تحقیقی در کشور مصر نیز افزایش عملکرد دانه و سرعت رشد گندم تحت تأثیر کاربرد هیومیک اسید گزارش شده است (Hafez, *et al*., 2020). سایر پژوهشگران گزارش نمودند که اثر کاربرد هیومیک اسید، محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی و کودهای زیستی بر رشد، افزایش بهره‌وری و کیفیت گندم به‌طور قابل توجهی اثر گذار بوده است (Radwan *et al*., 2015). با توجه به اهمیت تولید پایدار گندم در کشور، این پژوهش با هدف بهبود روش‌های مدیریت تغذیه‌ای در زراعت گندم آبی با کاربرد هیومیک اسید و کود کامل ریزمغذی در استان لرستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دو سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه‌ای واقع در منطقه بیران‌شهر استان لرستان با عرض جغرافیایی ۴۲ درجه و ۷۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۳۶ درجه و ۷۰ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۶۶۹ متر از سطح دریا، به‌صورت فاکتوریل بر مبنای طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عوامل موردبررسی شامل مدیریت تغذیه‌ای در چهار سطح شاهد (N_1) ، هیومیک اسید (N_2) ، کود کامل ریزمغذی ۲۰-۲۰-۲۰ و هیومیک اسید به همراه کود کامل ریزمغذی ۲۰-۲۰-۲۰ (N_4) و ارقام گندم نان شامل رقم میهن (C_1)، سیوند (C_2) و الوند (C_3) بودند. زمین محل اجرای آزمایش در سال زراعی قبل زیر کشت نخود (*Cicer arietinum* L.) بود. در هر دو سال زراعی، قبل از انجام آزمایش جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از عمق صفر تا سی سانتی‌متری خاک محل آزمایش نمونه‌برداری انجام شد. خصوصیات خاک محل انجام آزمایش در جدول (۱) آورده شده است. میانگین بارندگی بر اساس آمار هواشناسی استان لرستان (جدول ۲) آورده شده است.

در این آزمایش، هیومیک اسید با نام تجاری (HUMIXTRACT) ساخت کشور اسپانیا و کود کامل ۲۰-۲۰-۲۰ با نام تجاری (NutriPad) ساخت شرکت پادنا کود (PADENA fertilizer) ایران (جدول ۳) مورد استفاده قرار گرفت.

پس از برداشت محصول نخود، عملیات آماده‌سازی بستر کاشت (شخم، دیسک، تسطیح زمین، مزربندی و ایجاد جوی برای آبیاری)، انجام و کرت‌هایی با مساحت پنج متر مربع (شش خط کاشت به طول چهار متر با فاصله ۲۵ سانتی‌متر) ایجاد شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش طی دو سال زراعی

EC ($ds.m^{-1}$)	pH	کربن آلی (٪)	نیتروژن (٪)	فسفر ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم	آهن (٪)	منگنز	روی	مس	شن	لای	رس	بافت خاک	سال زراعی
۰/۷۴	۷/۸۴	۰/۸۹	۰/۰۹۵	۱۲/۵	۲۷۳	۲/۸۱	۶/۹۶	۰/۴۷	۰/۸۵	۲۷	۴۱	۳۲	لوم رسی سیلتی	۹۵-۱۳۹۴
۰/۷۲	۷/۵۴	۰/۸۷	۰/۰۹۶	۹/۴	۲۹۰	۲/۸۸	۷/۱۶	۰/۶۹	۰/۹۱	۲۷	۴۱	۳۲	لوم رسی سیلتی	۹۶-۱۳۹۵

جدول ۲- آمار هواشناسی استان لرستان در دو سال زراعی آزمایش

	ماه	بارندگی (میلی‌متر)	حداقل دمای مطلق (سانتی‌گراد)	حداکثر دمای مطلق (سانتی‌گراد)	تعداد روزهای یخبندان	رطوبت نسبی (درصد)
سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵	مهر	۱۴	۷/۴	۳۵/۴	۰	۳۶
	آبان	۱۹۰/۸	۱/۵	۲۸/۲	۰	۶۹
	آذر	۱۲۵/۴	-۴/۸	۲۰/۴	۱۴	۶۷
	دی	۵۷/۵	-۳/۷	۱۸/۸	۱۷	۶۵
	بهمن	۳۰/۶	-۵/۴	۱۹/۲	۱۶	۶۰
	اسفند	۶۳/۹	-۰/۲	۲۳	۲	۵۸
	فروردین	۲۴۴	-۰/۶	۲۳/۴	۰	۶۲
	اردیبهشت	۱۷/۲	۴/۵	۳۷	۰	۵۲
	خرداد	۰	۸/۳	۳۹	۰	۳۲
سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶	مهر	۱۴	۳۰/۷	۱۲/۴	۰	۵۷
	آبان	۱۹۰/۸	۱۸/۸	۷/۷	۰	۹۱
	آذر	۱۲۵/۴	۱۲/۹	۰/۵	۱۴	۹۰
	دی	۵۷/۵	۱۲/۲	۰/۳	۱۷	۸۷
	بهمن	۳۰/۶	۱۲/۶	-۰/۲	۱۶	۸۴
	اسفند	۶۳/۶	۱۸/۷	۴/۳	۲	۸۵
	فروردین	۵۱/۴	۲۱/۲	۶/۱	۰	۸۳
	اردیبهشت	۱۲/۶	۲۹/۶	۱۰/۵	۰	۵۹
	خرداد	۰/۲	۳۷/۳	۱۵/۶	۰	۳۲

جدول ۳- مشخصات هیومیک اسید مورد استفاده در آزمایش

اکسید پتاسیم	اکسید کلسیم	کل ماده آلی	پلی کربوکسیلیک اسید	هیومیک اسید	کل عصاره هیومیک
(درصد)					
۱۰	۱	۷۰	۳۲	۳۸	۷۰

ادامه جدول ۳- مشخصات کود کامل مورد استفاده در آزمایش

عناصر غذایی کم‌مصرف (پی پی ام)								عناصر غذایی پر مصرف (درصد)	
آمینو اسید	روی	مولیبدن	منیزیم	آهن	مس	بور	پتاسیم	فسفر	نیتروژن
۸۰۰۰	۹۰۰	۵۰	۳۰۰	۱۲۰۰	۳۰۰	۲۰۰	۲۰	۲۰	۲۰

ادامه جدول ۳- خصوصیات ارقام گندم مورد مطالعه در آزمایش

نام رقم	وزن هزار دانه	تیپ رشد	مقدار بذر در متر مربع	مقدار بذر در هکتار (کیلوگرم)	تاریخ مناسب کاشت	زمان رسیدن (برداشت)	طول دوره رویش (روز)
میهن	۳۸	بهاره	۴۵۰	۱۶۰-۱۸۰	۱/۱-۹/۸	آخر خرداد تا اوایل تیر ماه	۲۱۰-۲۲۰
سیوند	۴۰	بهاره	۴۵۰	۱۶۰-۱۸۰	۱/۱-۹/۸	آخر خرداد تا اوایل تیر ماه	۲۱۰-۲۲۰
الوند	۴۰	اختیاری	۴۵۰-۵۰۰	۱۸۰-۲۰۰	۱۵/۱۵-۸/۷	آخر خرداد تا اوایل تیر ماه	۲۲۰-۲۳۰

فاصله بین کرت‌ها سه خط نکاشت (یک متر) و بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد. در هر تکرار فاصله کشت بذور روی ردیف یک سانتی‌متر و فواصل بین خطوط کاشت ۲۵ سانتی‌متر (برای رسیدن به تراکم ۴۰۰ بوته در متر مربع) در نظر گرفته شد و برای پیشگیری از آسیب سیاهک، بذور با قارچ‌کش دیفنوکونازول به نسبت یک و نیم در هزار ضدعفونی شد. کشت در اواخر مهرماه (سال زراعی اول ۲۴ و سال زراعی دوم ۲۵ مهرماه) به روش دست نشان و در عمق سه تا پنج سانتی‌متری خاک انجام گرفت، در این تحقیق از کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات و امراض گیاهی استفاده نشد. کود کامل ریزمغذی ۲۰-۲۰-۲۰ به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و هیومیک اسید به میزان ۲۵ کیلوگرم در هکتار به صورت کاربرد نواری با قرار دادن کود به فاصله پنج سانتی‌متر از گیاه زراعی و در عمق ۱۰ سانتی‌متری زیر بذر (Ezadi- Darbandi *et al*., 2012) استفاده شد. به این صورت که قبل از کاشت، پس از ایجاد شیار، ۵۰ درصد از مقدار مشخص‌شده (۵۰ کیلوگرم کود کامل و ۱۲/۵ کیلوگرم هیومیک اسید) در عمق ۱۰ سانتی‌متری و به فاصله پنج سانتی‌متری از طرفین خط کاشت بذر، ریخته شد و سپس روی آن با خاک پوشانده شد. و ۵۰ درصد باقیمانده از کود کامل ریزمغذی و هیومیک اسید نیز در مرحله ۵۰ درصد ساقه‌دهی گیاه گندم به همین صورت مورد استفاده قرار گرفت. آبیاری با روش غرقابی در طی مراحل رشد و نمو بر اساس شرایط اقلیمی منطقه و نیاز زراعی گیاه انجام شد. آبیاری اول هم زمان با کاشت و آبیاری دوم پس از گذشت ۱۴ روز بعد از کاشت به منظور ایجاد شرایط مناسب برای رشد و استقرار گیاهچه‌ها و همچنین پنجه‌دهی مناسب قبل از وقوع فصل سرما، انجام شد. مراحل بعدی آبیاری پس از پایان بارندگی (در سال

زراعی اول ۲۳ و در سال زراعی دوم ۲۷ اردیبهشت ماه) تا پایان فصل رشد هر ۱۲ روز یک بار انجام شد. میانگین حجم آب مصرفی در طی دوره رشد و نمو ارقام گندم در حدود ۳۱۸۳/۳ متر مکعب در هکتار و تعداد دفعات آبیاری تا پایان فصل رشد هفت مرحله بود. مبارزه با علف‌های هرز در طی مراحل رشد و نمو بوته‌ها به صورت مستمر انجام شد. در طی مراحل آماده‌سازی زمین، کاشت و همچنین در مراحل رشد بوته‌ها از هیچ‌گونه علف‌کش و آفت‌کش شیمیایی استفاده نشد. در پایان فصل رشد (نیمه اول مردادماه) با مشاهده علائم برداشت، بوته‌های مورد نیاز جهت نمونه‌گیری با در نظر گرفتن اثر حاشیه (حذف دو خط کناری و نیم متر از بالا و پایین هر خط کاشت) در سطح یک و نیم مترمربع از هر کرت برداشت شد و پس از خشک شدن بوته‌ها در شرایط نور طبیعی مزرعه، عملکرد زیست توده و عملکرد دانه (با رطوبت ۹ تا ۱۱ درصد) اندازه‌گیری شد. شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک ضرب‌در عدد ۱۰۰ محاسبه شد. خصوصیات زراعی با انتخاب تصادفی تعداد ۱۰ بوته از هر واحد آزمایشی (۲ خط میانی کاشت با در نظر گرفتن اثر حاشیه) تعیین شد. به‌منظور اندازه‌گیری شاخص کلروفیل برگ از دستگاه کلروفیل متر دستی (SPAD-502, Minolta Co Japan) استفاده شد. به این ترتیب که در اوایل گل‌دهی، با استفاده از کلروفیل متر مقدار کلروفیل در سه قسمت برگ پرچم (بالا، وسط، پایین) در هر کرت از میانگین ۱۰ بوته در تمامی تیمارهای مورد بررسی ثبت گردید و میانگین این سه قسمت در دستگاه کلروفیل متر برای هر برگ در نظر گرفته شد (Teymori *et al*., 2019). اندازه‌گیری درصد پروتئین دانه از روش هضمی با استفاده از دستگاه کجلدال (Moradi *et al*., 2011) و عملکرد پروتئین از حاصل ضرب درصد پروتئین دانه در عملکرد دانه تعیین گردید. برای اندازه‌گیری شاخص سطح برگ ۴۵ روز بعد از کاشت در فواصل زمانی هر ۱۵ روز یک بار نمونه برداری به روش تخریبی از (۲ خط میانی کاشت با در نظر گرفتن اثر حاشیه) انجام شد. و سپس برگ‌ها توسط فرمول (طول × عرض × عدد ثابت ۰/۷۲) محاسبه گردید.

در نهایت داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS Ver 9. 1. 3 نسخه تحت ویندوز، تجزیه واریانس گردید و مقایسه میانگین تیمارهای موردبررسی نیز با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. برای محاسبه ضرایب همبستگی از نرم افزار SPSS 16.0 نسخه ۱۶ و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2016 استفاده گردید.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها (جدول ۴) نشان داد که سال زراعی و رقم اثر معنی‌داری ($p\leq$ ۰/۰۱) بر ارتفاع بوته ارقام گندم داشتند ولی اثر تغذیه بر آن اثر معنی‌داری نداشته است (جدول ۴). بیشترین ارتفاع بوته در سال زراعی اول آزمایش به‌دست آمد که در مقایسه با سال زراعی دوم به میزان ۸/۷ درصد برتری نشان داد (جدول ۵). میانگین ارتفاع بوته ارقام گندم تفاوت معنی‌داری داشت. رقم میهن با ارتفاع ۸۷/۴ سانتی متر بیشترین و ارقام سیوند و الوند (هر دو در یک کلاس آماری) کمترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص دادند و رقم میهن به لحاظ ارتفاع بوته نسبت به رقم سیوند و الوند به ترتیب به میزان ۱۴/۵ و ۱۴/۶ درصد برتری نشان داد (جدول ۵).

جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب اثر تغذیه بر خصوصیات مرفولوژیی و عملکرد ارقام گندم

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع بوته	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
سال (Y)	۱	۲۲۳۰ **	۶۶۷۴۱۶ **	۲۲۷**	۴۲/۴ **	۸۵۱۰۶۳۴۲ **	۶۸۶۴۴۳۸ **	۵۶/۶**
تکرار (R)	۲	۴۰/۶ ns	۵۲۱ ns	۵۳/۸ ns	۰/۰۱۶ ns	۵۲۱۹۴۱ ns	۲۲۱۱۳ ns	۰/۹۶۶ ns
R×Y	۲	۶۲/۹ ns	۸۹۰ ns	۳۸/۲ *	۴/۳۸ ns	۱۰۶۶۴۴۴ **	۶۷۸۹۴ *	۱/۳۷ ns
تغذیه (N)	۳	۶/۱۴ ns	۸۱۷۸ *	۶۱۷ **	۳۱/۱ **	۸۴۲۱۴۲ **	۷۲۸۰۹۶ **	۷/۶۳ **
Y×N	۳	۲۰/۳ ns	۱۱۸۳۷ **	۴۳/۱ *	۱۰/۴ *	۲۸۱۲۶۰ ns	۷۶۹۴۴ *	۱/۲۳ ns
رقم (C)	۲	۹۹۸ **	۱۶۳۴۰۸ **	۱۸۰۸ **	۲۶۶ **	۳۲۳۰۶۱۷۲ **	۹۷۱۶۲۲۰ **	۱۶/۵ **
Y×C	۲	۲۲/۷ ns	۱۴۰۱۳ **	۴۶/۲ *	۱/۳۲ ns	۹۱۲۱۴ **	۱۶۹۷۳۴ **	۸/۲۲ ns
N×C	۶	۸۰/۹ ns	۱۰۱۴۲ **	۳۲/۳ *	۲/۶۸ ns	۱۲۵۹۲۳۱ **	۹۸۸۴۰ **	۳/۷۳ **
Y×N×C	۶	۱۱۹ ns	۵۹۹ ns	۲۵/۹ ns	۳/۰ ns	۱۷۸۳۸۹ ns	۴۰۹۰۱ ns	۰/۵۴۳ ns
خطا	۴۴	۵۵/۳	۲۲۵۴	۱۳/۴	۳/۰۳	۱۹۱۳۴۴	۱۸۴۳۳	۰/۴۹۹
ضریب تغییرات (درصد)	-	۹/۲۹	۹/۱۷	۶/۰۹	۴/۳۲	۱۲/۵	۱۸/۴	۶/۷۰

**، معنی‌دار در سطح احتمال ($p\leq$ ۰/۰۱)؛ *، معنی‌دار در سطح احتمال ($p\leq$ ۰/۰۵) و ns، معنی‌دار نبودن.

جدول ۵- تجزیه واریانس مرکب اثر تغذیه بر خصوصیات فیزیولوژیکی ارقام گندم

منابع تغییر	df	میانگین مربعات		
		مقدار کلروفیل	درصد پروتئین دانه	عملکرد پروتئین
سال (Y)	۱	۳۸/۲۴ **	۰/۰۴۳ ns	۱۹/۳۴ *
تکرار (R)	۲	۲۱/۸۲ ns	۳/۷۲ ns	۲۱/۲۳ ns
R×Y	۲	۵۴/۲۱*	۰/۱۷ ns	۷۵۵۲۱۲ *
تغذیه (N)	۳	۲/۳۸ **	۰/۹۳ **	۴۵۲۴۱ **
Y×N	۳	۱۲/۴۸ *	۰/۴۶ ns	۲۴۳۱۵ *
رقم (C)	۲	۱۶/۲۶ *	۰/۲۲ *	۳۶۱۴۵ **
Y×C	۲	۱۵/۱۴ ns	۰/۲۴ ns	۵۴۲۳۱۱ **
N×C	۶	۱۸/۲۱ **	۰/۰۲۸ **	۵۴۲۳ **
Y×N×C	۶	۹/۲۳ ns	۰/۶۴ ns	۴۵۲۱۳ ns`
خطا	۴۴	۵/۰۲	۰/۳۶	۳۱/۱۲
ضریب تغییرات (درصد)	-	۹/۲۸	۴/۴۶	۱۳/۴۶

****، معنی‌دار در سطح احتمال (p≤ ۰/۰۱)؛ *، معنی‌دار در سطح احتمال (p≤ ۰/۰۵) و ns، معنی‌دار نبودن.**

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر اصلی سال، تغذیه و رقم بر رشد و عملکرد اقتصادی ارقام گندم مورد بررسی (تجزیه مرکب دو سال آزمایش)

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	تعداد سنبله (m^2)	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (kg/ha^{-1})	عملکرد دانه (kg/ha^{-1})	شاخص برداشت (درصد)	کلروفیل (Spad)	درصد پروتئین دانه	عملکرد پروتئین دانه (kg/ha^{-1})
سال زراعی (Y)										
سال اول (Y_1)	۸۵/۵ a	۶۱۳ a	۶۲/۰ a	۴۱/۰ a	۱۸۴۸۷ a	۷۶۶۶ a	۴۳/۲ a	۴۳/۴۲ a	۹/۴۲ a	۷۴۲/۹۰ a
سال دوم (Y_2)	۷۸/۶ b	۴۸۷ b	۵۸/۱ b	۳۹/۴ b	۱۷۱۷۸ b	۷۱۸۳ b	۴۱/۴ b	۳۷/۲ b	۹/۴۲ a	۶۹۰/۲۸ b
تغذیه (N)										
شاهد (N_1)	۷۴/۴ b	۴۲۱ b	۵۴/۱ c	۳۸/۹ c	۱۶۳۱۲ c	۷۰۴۹ c	۴۱/۸ b	۳۱/۳۲ cd	۹/۶۱ c	۶۳۴/۲۷ d
هیومیک اسید (N_2)	۷۸/۹ a	۵۱۷ ab	۶۳/۷ b	۴۰/۲ b	۱۷۲۶۷ bc	۷۲۳۱ c	۴۱/۹ b	۳۲/۳۴ c	۱۰/۲۱ b	۷۲۳/۰۱ c
کود کامل (N_3)	۷۹/۵ a	۵۳۲ a	۵۶/۱ c	۳۹/۷ bc	۱۷۵۰۳ ab	۷۳۸۶ b	۴۲/۲ b	۳۶/۴۷ b	۱۰/۲۸ b	۷۸۸/۸۲ b
هیومیک اسید+کود کامل (N_4)	۸۲/۸ a	۵۳۱ a	۶۶/۲ a	۴۲/۰ a	۱۷۶۵۰ a	۷۶۳۰ a	۴۳/۲ a	۴۲/۴۶ a	۱۱/۲۱ a	۸۵۵/۳۲ a
رقم (C)										
میهن (C_1)	۸۷/۴ a	۴۲۳ c	۵۱/۴ c	۳۷/۱ c	۱۶۱۱۲ c	۶۶۴۲ c	۴۱/۳ b	۳۷/۵۲ b	۱۰/۶۱ a	۶۶۳/۰۱ c
سیوند (C_2)	۷۶/۳ b	۵۴۸ b	۵۹/۹ b	۳۹/۷ b	۱۷۷۲۳ b	۷۵۷۲ b	۴۲/۷ a	۴۳/۶۸ a	۹/۴۱ b	۷۵۰/۳۸ a
الوند (C_3)	۷۶/۲ b	۵۷۹ a	۶۸/۸ a	۳۴/۸ a	۱۸۳۶۴ a	۷۸۵۸ a	۴۲/۸ a	۴۴/۰۳ a	۹/۰۲ b	۷۰۸/۷۹ b
تغذیه در رقم										
N_1C_1	۸۷/۱ a-c	۴۳۶ cd	۴۴/۶ e	۳۶/۶ h	۱۶۲۹۰ cd	۶۶۱۴ d	۴۰/۷ de	۳۲/۲۵ d	۹/۴۱ bc	۶۲۲/۳۷ k
N_1C_2	۷۴/۸ de	۵۲۰ a-d	۵۵/۳ c	۳۸/۰ gh	۱۷۵۲۱ bc	۷۵۲۲ bc	۴۲/۹ ab	۳۴/۲۱ c	۹/۰۱ c	۶۷۷/۷۴ gh
N_1C_3	۷۴/۹ de	۵۰۴ a-d	۶۲/۴ c	۴۲/۲ b-d	۱۷۹۹۰ ab	۷۵۵۹ bc	۴۲/۲ b-e	۳۶/۸۲ b	۱۰/۰۲ ab	۷۵۷/۴۱ e
N_2C_1	۸۸/۶ ab	۴۱۳ d	۵۵/۳ d	۳۶/۳ h	۱۶۱۷۶ cd	۶۵۲۸ d	۴۰/۵ e	۳۴/۱۴ c	۹/۸۲ b	۶۴۱/۰۴ i
N_2C_2	۶۹/۵ e	۵۱۴ a-d	۶۴/۲ c	۴۰/۵ d-f	۱۷۱۷۴ b-d	۷۳۴۴ c	۴۲/۸ ab	۳۸/۳۱ b	۱۰/۰۲ ab	۷۴۹/۰۱ f
N_2C_3	۷۷/۸ b-e	۶۲۵ a	۷۱/۷ b	۴۴/۰ ab	۱۸۱۸۳ ab	۷۶۷۷ bc	۴۲/۳ a-c	۳۵/۲۱ bc	۱۰/۱۱ ab	۷۷۶/۱۴ dc
N_3C_1	۸۳/۶ a-d	۴۴۶ b-d	۴۹/۴ e	۳۶/۴ h	۱۶۲۴۷ cd	۶۶۱۵ d	۴۰/۸ c-e	۱۶/۹۱ c	۱۰/۳۱ a	۶۸۲/۰۰ g
N_3C_2	۷۹/۸ a-e	۵۷۳ a-c	۵۶/۴ d	۳۹/۰ fg	۱۸۱۳۶ ab	۷۶۴۰ bc	۴۲/۱ a-d	۳۷/۶۸ b	۱۰/۲۱ ab	۷۸۰/۱۴ d
N_3C_3	۷۵/۱ de	۵۷۸ ab	۶۲/۵ c	۴۳/۶ a-c	۱۸۱۲۷ ab	۷۹۰۲ ab	۴۳/۶ a	۴۳/۲۱ a	۱۰/۵۴ a	۸۶۹/۲۲ b
N_4C_1	۹۰/۴ a	۳۹۸ d	۵۶/۴ d	۳۹/۴ e-g	۱۵۷۳۴ d	۶۸۱۰ d	۴۳/۳ ab	۳۵/۰۲ bc	۱۰/۱۴ a	۶۹۰/۵۳ h
N_4C_2	۸۱/۰ a-d	۵۸۸ a	۶۳/۸ c	۴۱/۵ c-e	۱۸۰۶۱ ab	۷۷۸۴ bc	۴۳/۱ ab	۴۴/۴۷ a	۱۰/۶۸ a	۸۳۱/۳۳ c
N_4C_3	۷۷/۱ c-e	۶۰۹ a	۷۸/۵ a	۴۵/۲ a	۱۹۱۵۶ a	۷۹۹۶ a	۴۳/۳ ab	۴۴/۰۲ a	۱۰/۹۴ a	۸۸۰/۳۵ a

تعداد سنبله در متر مربع

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سال زراعی (p≤ ۰/۰۱)، تغذیه (p≤ ۰/۰۵) و رقم (p≤ ۰/۰۱)؛ و اثر برهمکنش سال زراعی در رقم، سال زراعی در تغذیه و تغذیه در رقم (p≤ ۰/۰۱)؛ و اثر برهمکنش سال زراعی در تغذیه در رقم (p≤ ۰/۰۵)؛ بر تعداد سنبله در متر مربع معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین تعداد سنبله در متر مربع در سال زراعی اول آزمایش به‌دست آمد که در مقایسه با سال زراعی دوم به میزان ۲۵/۸ درصد برتری نشان داد (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین برهمکنش تغذیه و رقم نشان داد که بیشترین تعداد سنبله در متر مربع مربوط به تیمار تغذیه با هیومیک اسید در رقم الوند با میانگین (۶۲۵ سنبله در متر مربع) و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد در رقم میهن با میانگین (۳۹۸ سنبله در متر مربع) بود (جدول ۶). کاربرد هیومیک اسید با افزایش پنجه‌زنی در شرایط فراهمی عناصر

غذایی، بر تعداد سنبله در متر مربع سطح افزود. می‌توان بیان کرد که تعداد سنبله در گیاه قبل از مرحله گلدهی تعیین می‌شود. در واقع مصرف کود کامل ریزمغذی در طی مراحل رشد ارقام گندم از جمله مرحله ساقدهی موجب شد تا تولید پنجه‌ها با آسیب کمتری روبه‌رو گردد و تعداد سنبله بیشتری تولید نمایند. استفاده از هیومیک اسید با افزایش جذب عناصر ریزمغذی، موجب افزایش رشد اندام‌هوایی و تولید می‌شود (Manal *et al*., 2016). همچنین اسید هیومیک با اثرات شبه‌هورمونی خود، اثرات مفیدی در افزایش تولید اقتصادی گیاه دارد (Sarwar *et al*., 2017). زیرا بدیهی است زمانی که عناصر غذایی به مقدار کافی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد، به‌دنبال آن فتوسنتز به خوبی انجام شده و تجمع مواد پرورده در مقصد گیاه، به میزان کافی صورت خواهد گرفت (Anwar *et al*., 2016). پژوهشگران گزارش دادند که بیشترین وزن هزار دانه، تعداد سنبله در متر مربع، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در مقدار مصرف ۱۱ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید حاصل شد (Anwar *et al*., 2016) .نتایج تحقیقات حاکی از آن است که این ماده‌ی طبیعی با افزایش جذب و فراهمی عناصر غذایی نظیر نیتروژن، پتاسیم، فسفر، کلسیم، منگنز، روی و آهن، افزایش جذب آب، از طریق افزایش محتوای کلروفیل و افزایش انتقال مواد فتوسنتزی موجب بهبود رشد و افزایش عملکرد گیاهان می‌شود (Gayathri and Srinivasamurthy, 2016; Yuan *et al*., 2017). در بررسی اثر هیومیک اسید بر گیاه گندم گزارش شده است که مصرف هیومیک اسید موجب افزایش محتوای کلروفیل برگ شده و با افزایش جذب آب و بهبود انتقال مواد فتوسنتزی، ارتفاع بوته، وزن خشک گیاه، تعداد سنبله در متر مربع و عملکرد دانه گندم را افزایش داد (Doroodian *et al*., 2016) که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.

تعداد دانه در سنبله

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سال، تغذیه و رقم ($p\leq$ ۰/۰۱)؛ و اثر برهمکنش سال در رقم، سال در تغذیه و تغذیه در رقم ($p\leq$ ۰/۰۵)؛ بر تعداد دانه در سنبله معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین برهمکنش تغذیه و رقم نشان داد که بیشترین تعداد دانه در سنبله مربوط به تیمار تغذیه با هیومیک اسید به همراه کود کامل در رقم الوند با میانگین ۴۵/۲ و کمترین آن مربوط به تیمار تغذیه با هیومیک اسید در رقم میهن با میانگین ۳۶/۳ دانه در سنبله بوده است که با تیمارهای شاهد (بدون تغذیه) در رقم میهن و تیمار تغذیه کود کامل در رقم میهن در یک گروه قرار گرفته اند (جدول ۶).

هیومیک اسید با افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه و تأمین عناصر غذایی ازجمله فسفر، تعداد دانه در سنبله را افزایش داده است (Yuan *et al*., 2017). زیرا عنصر فسفر نقش مهمی در دانه-بندی گیاهان دارد. اما این عنصر در خاک به‌ویژه در اسیدیته بالا، بسیار کم‌تحرک است. بنابراین هیومیک اسید با کاهش میزان اسیدیته خاک در منطقه ریزوسفر و افزایش رشد ریشه، دسترسی گیاه به عناصر غذایی را افزایش می‌دهد (Yuan *et al*., 2017). مصرف عناصر ریزمغذی در این آزمایش موجب افزایش تعداد دانه در سنبله ارقام گندم شده است که ممکن است به‌دلیل افزایش تعداد دانه در هر سنبلچه و یا افزایش تعداد سنبلچه در سنبله باشد. پژوهشگران گزارش نمودند که افزایش تعداد دانه در سنبله گندم، در شرایط فراهمی عناصر غذایی ریزمغذی نشان دهنده اثر مثبت و معنی‌دار استفاده از این مواد برای آمادگی اعضای زایشی برای تولید تعداد دانه بیشتر است (Teymori *et al*., 2019) که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.

پژوهشگران نشان دادند که تعداد دانه در سنبله تحت اثر کاربرد اسید هیومیک و عناصر ریزمغذی نسبت به شاهد ۱۷/۸۴٪ افزایش یافت، این پژوهشگران بیان داشتند که مصرف اوره با پوشش گوگردی قبل از کاشت در مقایسه با اوره، باعث افزایش تعداد دانه در سنبله شده است (Abasi and Hamzehei, 2017). محققان در بررسی تأثیر هیومیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم دوروم رقم ایوان، گزارش نمودند که در این آزمایش کلیه صفات تحت تأثیر مصرف هیومیک اسید قرار گرفتند و بیشترین مقدار عملکرد و اجزای عملکرد، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و ارتفاع بوته به این تیمار تعلق داشت (Rostami and Mozafari, 2018). در یک تحقیق گزارش شد که هیومیک اسید با افزایش جذب عناصر غذایی، فرآیند دانه‌بندی گیاه را بهبود بخشیده و تعداد دانه در سنبله گندم را افزایش داد (Asal *et al*., 2015). در بررسی اثر هیومیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم، افزایش تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه تحت اثر کاربرد اسید هیومیک گزارش شد (Doroodian *et al*., 2016).

وزن هزار دانه

با توجه به نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های حاصل از دو سال زراعی آزمایش (جدول ۴)، اثر سال زراعی، تغذیه و رقم ($p\leq$ ۰/۰۱)؛ و اثر برهمکنش سال زراعی در تغذیه ($p\leq$ ۰/۰۵) بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود. بیشترین میانگین وزن هزار دانه در سال زراعی اول آزمایش به‌دست آمد که در مقایسه با سال زراعی دوم به میزان ۴/۸ درصد برتری نشان داد (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار تغذیه با هیومیک اسید+ کود کامل با میانگین (۴۲/۰ گرم) و

کمترین آن مربوط به تیمار شاهد با میانگین (۳۸/۹ گرم) بود. در بین تیمار شاهد و تیمارهای تغذیه اختلاف معنی‌داری وجود داشت. به‌طوری که وزن هزار دانه در تیمار تغذیه با هیومیک اسید، کود کامل و هیومیک اسید+ کود کامل در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب به میزان ۳/۳، ۲/۰ و ۷/۹ درصد افزایش یافت (جدول ۶). میانگین وزن هزار دانه ارقام گندم تفاوت معنی‌داری داشت. رقم الوند بیشترین و رقم میهن کمترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند و رقم الوند به لحاظ وزن هزار دانه نسبت به رقم میهن و سیوند به ترتیب به میزان ۱۸/۰ و ۱۰/۳ درصد برتری نشان داد (جدول ۷). وزن هزار دانه یک خصوصیت واریته-ای می‌باشد و تا حد زیادی تحت تاثیر عوامل ژنتیکی می‌باشد، اما مقدار آن متاثر از شرایط دوره رسیدگی نیز می‌باشد. این شرایط ممکن است موجب تغییراتی بین ۲۰ تا ۳۰ درصد در وزن دانه شوند. عوامل مختلف محیطی و ژنتیکی باعث تغییر در میزان وزن هزار دانه می‌شوند. با وجود تغییرات در وزن هزار دانه بین این صفت و عملکرد همبستگی‌هایی گزارش شده است (Rostami and Mozafari, 2018). محققان در یک تحقیق بر روی گندم رقم پیشتاز با مقایسه میانگین‌های وزن هزار دانه تحت اثر هیومیک اسید نشان دادند که مصرف این کود باعث افزایش وزن هزار دانه گندم شد. به‌طوری که مصرف آن نسبت به شرایط عدم مصرف (تیمار شاهد) موجب افزایش ۱۴/۷۰ درصدی وزن هزار دانه گندم رقم پیشتاز شد (Abasi and Hamzehei, 2017). سایر پژوهشگران در بررسی کاربرد ۲/۵ و ۵ کیلوگرمی در هکتار هیومیک اسید در آب آبیاری گزارش نمودند که هیومیک اسید اثر معنی‌داری بر اجزای عملکرد کلزا داشته و وزن هزار دانه را افزایش داد و اختلافی بین سطوح هیومیک اسید وجود نداشت (Movahed- Pour *et al*., 2014).

عملکرد بیولوژیک

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها، اثر سال، تغذیه و رقم ($p\leq$ ۰/۰۱)؛ و اثر برهمکنش سال در رقم و تغذیه در رقم ($p\leq$ ۰/۰۱)؛ بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود (جدول ۴). به-طوری که برهمکنش تغذیه هیومیک اسید به همراه کود کامل در رقم الوند بیشترین عملکرد بیولوژیک (۱۹۱۵۶ کیلوگرم در هکتار) را تولید نموده است (جدول ۶). عملکرد بیولوژیک گندم حاصل رشد اندام‌های هوایی گیاه است در این تحقیق به نظر می‌رسد که افزایش عملکرد بیولوژیک در تیمار مصرف هیومیک اسید به همراه کود کامل سبب افزایش شاخص سطح برگ و رشد رویشی گیاه و همچنین هیومیک اسید با افزایش جذب عناصر موجب توسعه ریشه گیاه و تاثیر مثبت بر توسعه شاخه و برگ و عملکرد گیاه شده است. همچنین هیومیک اسید از طریق تاثیرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله افزایش متابولیسم در درون سلول‌ها و همچنین افزودن مقدار کلروفیل در برگ‌ها سبب ماندگاری بیشتر برگ‌ها می‌شود و در نتیجه عملکرد تولیدی و بیوماس تولیدی در گیاهان زراعی افزایش می‌یابد. که این نتایج با نتایج تحقیقات سایر محققان مطابقت دارد (Izhar Shafi *et al*., 2020). با توجه به این‌که هیومیک اسید حاوی عناصر پرمصرف و کم‌مصرف می-باشد، می‌توان گفت که با کلات کردن عناصر ضروری، باعث افزایش جذب عناصر غذایی شده و باروری و تولید را در گیاه افزایش می‌دهد که این امر می‌تواند در افزایش سرعت رشد محصول موثر باشد و در نتیجه موجب افزایش عملکرد بیولوژیکی گیاه شود (Sabzevari and Khazaei, 2009). محلول‌پاشی هیومیک اسید یا اسیدفولیک سبب افزایش میزان کربوهیدرات در ساقه و برگ گیاهان می‌شود. این کربوهیدرات از طریق ساقه به ریشه انتقال داده می‌شود و بعد از ریشه به خاک منتقل می‌شود که این عمل علاوه بر فراهمی مواد غذایی برای میکروارگانیسم‌ها، اسید و سایر ترکیبات آلی را به محیط ریشه رها می‌کند که سبب افزایش فراهمی مواد غذایی به گیاه می‌شود که این عمل سبب افزایش عملکرد بیولوژیک خواهد شد (Sassi-Aydi *et al*., 2014). سایر پژوهشگران نیز افزایش عملکرد بیولوژیک گندم رقم کوهدشت را تحت تأثیر کاربرد هیومیک اسید و مصرف کود کامل ریزمغذی گزارش نمودند (Abdoli and Esfndiari, 2014) که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها (جدول ۴) نشان داد که اثر سال، تغذیه و رقم ($p\leq$ ۰/۰۱)؛ و اثر برهمکنش سال در رقم ($p\leq$ ۰/۰۱)، سال در تغذیه ($p\leq$ ۰/۰۵) و تغذیه در رقم ($p\leq$ ۰/۰۱) بر عملکر دانه معنی‌دار بود (جدول ۴). عملکرد دانه برآیند اجزای تشکیل دهنده آن می‌باشد در این تحقیق میزان عملکرد دانه با تغذیه تلفیقی هیومیک اسید و کود کامل افزایش یافته است به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه در تیمار تغذیه هیومیک اسید به همراه کود کامل در رقم الوند با میانگین عملکرد دانه ۷۹۹۶ کیلوگرم در هکتار بوده است که نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد هیومیک اسید و کود کامل) در رقم میهن ۲۰/۸ درصد افزایش عملکرد داشته است (جدول ۶). فتوسنتزی که در طول پر شدن دانه ها انجام می‌گیرد که به‌طور کلی مهمترین منبع تشکیل دهنده وزن دانه و عملکرد دانه می.باشد علت آن این است که اغلب مواد فتوسنتزی قبل از پر شدن دانه در رشد رویشی یا گلدهی مورد استفاده قرار می‌گیرد، در حالی که در طول پر شدن

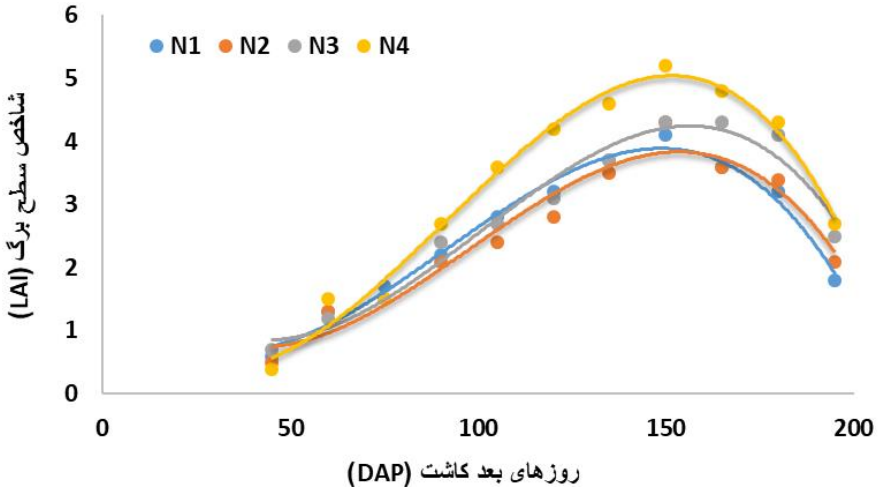
دانه اغلب مواد فتوسنتزی به فرآیند پر شدن دانه اختصاص می-یابد. هیومیک‌اسید با اسیدی کردن خاک سبب تسهیل در انحلال فسفر و پتاسیم گشته و میزان دسترسی به عناصر غذایی را افزایش می‌دهد. افزایش سطح ریشه‌ها و سبب ریزوسفر جذب بهتر برخی عناصر نظیر پتاسیم یا فسفر می‌گردد که در نتیجه باعث افزایش وزن هزار دانه و عملکرد دانه گندم می‌گردد (Antoun *et al*., 2010). مصرف مواد هیومیکی رشد گیاه و بهره‌وری را افزایش داده و با حفظ رطوبت خاک بـه آزاد سازی و جذب بهتر عناصر تثبیت شده نیز کمک می‌کند (Arjumend *et al*., 2015). هیومیک اسـید با بهبود تولید قند، پروتئین و ویتامین در گیـاه و نیز تأثیر مثبتی که بر جنبه های مختلف فتوسـنتز دارد در افزایش عملکرد و کیفیت محصول نقش دارد (Izhar Shafi *et al*., 2020). پژوهشگران با بررسی نقش اسیدهومیک بر گیاه گندم نشان دادند که کاربرد هیومیک اسید نسبت به عدم کاربرد آن، ۶/۵ درصد وزن هزاردانه را افزایش می‌دهد، طبق این گزارش هیومیک اسید با تأثیر بر انتقال مواد فتوسنتزی از برگ‌ها به دانه‌ها، وزن هزار دانه را در گندم افزایش داده است و در نتیجه باعث افزایش عملکرد و شاخص برداشت شده است (Delfine *et al*, 2005). دیگر پژوهشگران در یک بررسی بیان داشتند که هیومیک اسید دسترسی به فسفر و سایر عناصر غذایی را افزایش می‌دهد که این امر سبب افزایش معنی‌داری در عملکرد گندم بهاره شده است (Jones *et al*., 2007). سایر محققان نیز بر این باورند که کاربرد کودهای حاوی هیومیک اسید می‌تواند جذب و غلظت سایر عناصر غذایی در گیاه را تحت تاثیر قرار دهد (Hakan *et al*., 2011).

شاخص برداشت

با توجه به نتایج واریانس مرکب داده‌های حاصل از دو سال آزمایش (جدول ۴)، اثر سال، تغذیه و رقم ($p\leq$ ۰/۰۱)؛ و اثر برهمکنش تغذیه در رقم ($p\leq$ ۰/۰۱) بر شاخص برداشت معنی‌دار بود. بر اساس نتایج برهمکنش رقم در نوع تغذیه بیشترین شاخص برداشت در تیمار تغذیه کود کامل در رقم الوند با شاخص برداشت ۴۳/۶٪ مشاهده شد و کمترین آن در تیمار تغذیه اسید هیومیک با رقم میهن با شاخص برداشت ۴۰/۵٪ به‌دست آمد (جدول ۶). با توجه به این نتایج به نظر می‌رسد که در تغذیه رقم الوند با کود کامل موجب انتقال مواد فتوسنتزی به طرف دانه‌ها و همچنین انتقال مواد فتوسنتزی ذخیره شده از ساقه و اندام‌ها به طرف دانه‌ها شده و موجب افزایش شاخص برداشت شده است. صفت شاخص برداشت نشان‌دهنده چگونگی توزیع مواد پرورده بین اندام‌های رویشی و دانه گیاه می‌باشد. بنابراین هر عاملی مقادیر این توزیع را تغییر دهد، باعث تغییر در شاخص برداشت می‌شود (Radwan *et al*., 2015). محققان گزارش کردند که کاربرد عناصر ریزمغذی به همراه تیمار هیومیک اسید، موجب افزایش معنی‌دار خصوصیات فیزیولوژیکی و شاخص برداشت گندم نسبت به تیمار شاهد می‌شود (Tufail *et al*., 2014) که با نتایج این آزمایش ما مطابقت دارد.

شاخص سطح برگ

شاخص سطح برگ تا مرحله گلدهی روند افزایشی داشته است و بعد از آن با گذشت زمان به‌دلیل پیری، خشک شدن و ریزش برگ‌ها شیب نزولی به خود گرفت و مقدار آن کاسته شد. نتایج نشان داد بیشترین شاخص سطح برگ مربوط به تیمار هیومیک اسید به همراه کود کامل ۲۰-۲۰-۲۰ به میزان ۵/۲ و کمترین شاخص سطح برگ مربوط به شاهد (بدون مصرف کود) به میزان ۴/۱ بود (شکل ۱). همچنین در بین ارقام نیز بیشترین شاخص سطح برگ مربوط به رقم الوند به میزان ۵/۳ و کمترین آن مربوط به رقم میهن به میزان ۳/۸ بوده است. (شکل ۲). استفاده هم‌زمان هیومیک اسید به کود کامل به‌دلیل افزایش جذب عناصر مورد نیاز گیاه موجب افزایش رشد اندام‌های هوایی گیاه گردیده است. محققان اظهار داشتند که استفاده از هیومیک اسید موجب رشد اندام‌های هوایی می‌گردد، که دلیل آن افزایش جذب عناصری نظیر ازت، کلسیم، فسفر، پتاسیم، آهن، روی و مس می‌باشد (Erkossa *et al*., 2002). سایر پژوهشگران با کاربرد هیومیک اسید بر روی گندم نتیجه گرفتند که بیشترین شاخص سطح برگ مربوط به کاربرد ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر در زمان گلدهی با ۴/۸ و کمترین آن مربوط به عدم کابرد هیومیک اسید با ۴/۲ بوده است (Tarafi and Shokohfar, 2019). محققان بیشترین شاخص سطح برگ گندم را در تیمار کاربرد هیومیک اسید و کمترین آن را در تیمار عدم کاربرد هیومیک اسید گزارش نمودند (Salal Alaiwi and Khaled Idan, 2019). همچنین شاخص سطح برگ به میزان پربرگی رقم مربوط است که یک صفت ژنتیکی می‌باشد. هر چند این صفت تحت تاثیر عوامل مختلف محیطی و زراعی قرار می‌گیرد. بنابراین رقم الوند با دارا بودن برگ‌های بیشتر دارای شاخص سطح برگ بیشتری می‌باشد.



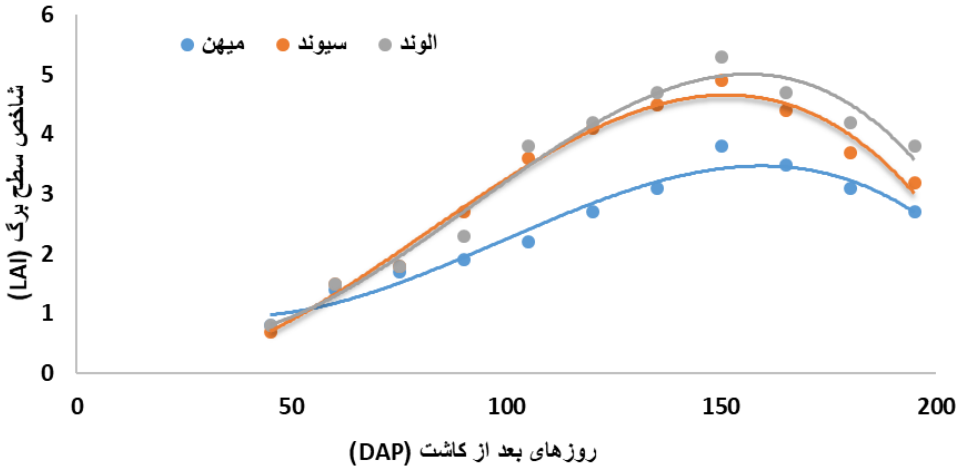
شکل ۱- اثر تغذیه بر روند تغییرات شاخص سطح برگ در طی دوره رشد در گندم

N2= هیومیک اسید

N1= شاهد

N_4= ۲۰-۲۰-۲۰ هیومیک اسید به همراه کود کامل

N3=۲۰-۲۰-۲۰ کود کامل



شکل ۲- تغییرات شاخص سطح برگ در طی دوره رشد در ارقام مختلف گندم

رقم میهن=C1، رقم سیوند=C2، رقم الوند=C3

شاخص کلروفیل برگ

با توجه به نتایج واریانس مرکب داده‌های حاصل از دو سال آزمایش (جدول ۵)، اثر تغذیه و رقم و اثر برهمکنش آن‌ها بر میزان کلروفیل معنی‌دار بود ه است ($p<0.01$). در بین ارقام، رقم الوند دارای بیشترین میزان کلروفیل ۴۴/۰۳ بوده و همچنین میزان کلروفیل گیاه با نوع تغذیه آن‌ها نیز تغییر کرده است. به-طوری که تغذیه گیاه کود کامل دارای بیشترین شاخص کلروفیل برگ به میزان ۴۴/۴۷ بوده است (جدول ۶).

میزان نیتروژن قابل جذب برای گیاه با غلظت کلروفیل موجود در برگ‌ها دارای ارتباط مستقیم است و در نتیجه می‌توان با اندازه‌گیری میزان کلروفیل برگ، وضعیت گیاه را از نظر میزان نیتروژن مورد ارزیابی قرار داد (Gerendas and Pieper, 2001). بنابراین هر نوع کود آلی یا زیستی که موجب افزایش فراهمی نیتروژن برای گیاه شود، موجب افزایش کلروفیل برگ می‌گردد. بنابراین با توجه به میزان بالای نیتروژن موجود در مواد آلی و همچنین افزایش میزان فراهمی این عنصر ناشی از تثبیت نیتروژن توسط هیومیک اسید، میزان کلروفیل در این تیمارها بالاتر از سایر تیمارها بوده و کمترین میزان کلروفیل در تیمار شاهد نیز ناشی از کمبود نیتروژن در دسترس گیاه می‌باشد. وجود عناصر مورد نیاز گیاه به‌خصوص آهن و منگنز در کود کامل و قبل جذب نمودن عناصر مورد نیاز گیاه توسط هیومیک اسید موجب سنتز بیشتر کلروفیل در گیاهان می‌گردد. پژوهشگران بیان داشتند که کاربرد آهن و روی موجب افزایش مقدار کلروفیل و غلظت IAA در گیاه شده است. و افزایش میزان کلروفیل از طریق افزایش فتوسنتز، عملکرد ماده خشک گیاه را افزایش می‌دهد (Li *et al.*, 2007). محققان در آزمایشی که بر روی جو بهاره انجام

دادند، اظهار داشتند که مصرف کود کامل موجب افزایش ارتفاع گیاه، ماده خشک و محتوای کلروفیل برگ‌های جو بهاره شد. همچنین کود کامل اثر معنی‌داری بر افزایش غلظت عناصر، به‌ویژه میزان نیتروژن در بافت‌های مختلف این غله داشت (Ofosu-Anim and Leitch, 2009).

درصد پروتئین دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان دهنده اثر معنی‌دار سطوح تغذیه گیاه با هیومیک اسید و کود کامل و رقم در سطح احتمال یک درصد بر روی درصد پروتئین دانه گیاه می‌باشد (جدول ۵). همان طور که جدول مقایسه داده‌ها نشان می‌دهد استفاده از هیومیک اسید و کود کامل به‌خصوص تلفیقی از این دو نوع تیمار باعث افزایش درصد پروتئین دانه نسبت به شاهد گردیده است. به‌طوری که تیمار هیومیک اسید با کود کامل دارای بیشترین (۱۱/۲۱) درصد پروتئین دانه را دارا می باشند. و همچنین میزان پروتئین ارقام میهن و سیوند به ترتیب ۱۰/۶۱ و ۹/۹۱ درصد بوده که از نظر آماری در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۶).

پژوهشگران در بررسی اثر کود پایه سرک و هیومیک اسید بر رشد، عملکرد و محتوای پروتئین دانه گندم بیان داشتند که تیمار مصرف توام کود پایه و هیومیک اسید بیشترین افزایش را در محتوای پروتئین دانه ایجاد کرده است (Izhar Shafi *et al*., 2020).

دیگر پژوهشگران بیان داشتند که افزایش محتوای پروتئین دانه با میزان کلروفیل برگ مرتبط بوده و این موضوع حاکی از آن است که غلظت بیشتر پروتئین با حفظ کلروفیل برگ نیز همراه است (Sio- Se Mardeh *et al*., 2006). محققان گزارش نمودند که افزایش نیتروژن قابل دسترس می‌تواند موجب تولید پروتئین‌های ذخیره‌ای، بیشتر از قبیل گلیادین و گلوتنین و گلوبولین و در نتیجه موجب افزایش درصدپروتئین دانه گردد (Dupont *et al*., 2006).

در تیمارهای مخلوط هیومیک اسید و کود کامل، افزایش قابلیت دسترسی بیشتر گیاه به عناصر غذایی و جذب بیشتر نیتروژن، آهن،کلسیم، فسفر و روی از دلایل افزایش درصد پروتئین دانه به نظر می‌رسد. نتایج حاصل از تجزیه مرکب دو سایر پژوهشگران نشان داد که کودهای زیستی‌تاثیر بسیار معنی-داری بر درصد نیتروژن دانه، پروتئین‌دانه، غلظت آهن و روی دارند به‌طوری که مصرف کودهای زیستی ازتوباکتر، بیوفسفات، نیتروکسین، ازتوباکتر + بیوفسفات، نیتروکسین + بیوفسفات و کود شیمیایی، درصد پروتئین دانه را نسبت به تیمار بدون مصرف کود ۸ تا ۱۴ درصد افزایش داد (Rajabi *et al*., 2008).

همبستگی صفات عمکرد و اجزای عملکرد

به‌منظور بررسی تجزیه و تحلیل همبستگی بین صفات مختلف، ضرایب همبستگی ساده آن‌ها محاسبه گردید. این امر به‌خوبی ارتباط بین کارایی فتوسنتز و عملکرد دانه را شرح می‌دهد به این ترتیب گیاهانی دارای عملکرد دانه بالایی خواهد بود که با توجه به شرایط خود از عوامل تولید بهترین استفاده را برده و مواد فتوسنتزی را در اندام‌ها تجمع دهند. بررسی همبستگی صفات (جدول ۷) نشان داد که همبستگی مثبت و قوی ($p\leq$ ۰/۰۱) بین صفات تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک با عملکرد اقتصادی گندم وجود دارد. بین صفات ارتفاع بوته با تعداد سنبله در متر مربع ($p\leq$ ۰/۰۵)؛ تعداد سنبله در متر مربع با تعداد دانه در سنبله ($p\leq$ ۰/۰۵)، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک ($p\leq$ ۰/۰۱)؛ تعداد دانه در سنبله با وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت ($p\leq$ ۰/۰۱)؛ و همچنین وزن هزار دانه با عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت ($p\leq$ ۰/۰۱)؛ نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. بنابراین صفات زراعی مهم و تأثیر گذار در تعیین عملکرد اقتصادی نهایی گندم به ترتیب عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله می‌باشند. تغییرات عملکرد بیولوژیکی با عملکرد دانه هماهنگ بوده است، بنابراین عملکرد بیولوژیکی در افزایش عملکرد دانه نقش داشته است. همبستگی مثبت و قوی بین تعداد دانه در متر مربع با عملکرد دانه نشان داد که یکی از دلایل اصلی افزایش عملکرد اقتصادی ارقام مورد آزمایش، افزایش تعداد دانه در متر مربع بوده است.

همبستگی وزن هزار دانه با عملکرد دانه مثبت بوده است. به نظر می‌رسد که با کاربرد هیومیک اسید و کود کامل ریزمغذی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در طی مراحل رشد تامین شده است و رقابت برای به‌دست آوردن مواد پرورده تولیدی گیاه درون سنبله کاهش یافته و چون توزیع آن‌ها بین مخازن بهتر صورت می‌گیرد، موجب افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه در ارقام گندم مورد آزمایش شده است. همچنین تعداد دانه در سنبله ممکن است از طریق افزایش تعداد دانه در هر سنبلچه و یا افزایش تعداد سنبلچه در سنبله یا از هر دو طریق افزایش یابد که در نتیجه موجب افزایش معنی‌دار عملکرد اقتصادی ارقام گندم در این آزمایش شده است، این نتایج با نتایج پژوهش (Arjumend *et al*., 2015; Radwan *et al*., 2015) مطابقت دارد.

که با توجه به یافته‌های این پژوهش، این تنوع موجود در

بین صفات می‌تواند در برنامه‌های به‌زراعی و به‌نژادی گندم مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۷- ضرایب همبستگی بین صفات عمکرد و اجزای عملکرد

ردیف		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۱	ارتفاع بوته	۱						
۲	سنبله در متر مربع	۰/۲۶۲ *	۱					
۳	تعداد دانه در سنبله	-۰/۳۸۴ **	۰/۲۶۲ *	۱				
۴	وزن هزار دانه	-۰/۱۵۰ ns	۰/۵۴۲ **	۰/۶۶۴ **	۱			
۵	عملکرد بیولوژیک	۰/۱۸۴ ns	۰/۸۹۳ **	۰/۳۲۶ **	۰/۶۱۵ **	۱		
۶	عملکرد دانه	-۰/۰۵۹ ns	۰/۷۹۷ **	۰/۵۲۷ **	۰/۷۶۱ **	۰/۹۰۹ **	۱	
۷	شاخص برداشت	-۰/۵۶۹ **	-۰/۲۴۸ *	۰/۴۵۹ **	۰/۳۲۶ **	۰/۲۴۰ *	۰/۱۸۶ ns	۱

****، معنی‌دار در سطح احتمال (۰/۰۱ ≥p)؛ *، معنی‌دار در سطح احتمال (۰/۰۵ ≥p) و ns، معنی‌دار نبودن**

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح مدیریت تغذیه قرار گرفت؛ به‌طوری‌که با کاربرد کود کامل ریزمغذی و هیومیک اسید، رشد و عملکرد ارقام گندم افزایش یافت. عملکرد دانه با تغذیه هیومیک اسید و کود کامل ریزمغذی در ارقام میهن، سیوند و الوند نسبت به تیمار شاهد به ترتیب به میزان ۱۲/۹، ۱۳/۴ و ۱۹/۷ درصد افزایش یافت. اختلاف پتانسیل ژنتیکی در بین ارقام مورد مطالعه نیز موجب ایجاد تفاوت در تولید عملکرد اقتصادی ارقام گندم شد. به‌طوری‌که بالاترین میانگین عملکرد دانه در بین ارقام مورد مطالعه مربوط به رقم الوند بود. به نظر می‌رسد که گندم نان رقم الوند و پس از آن رقم سیوند دارای پتانسیل تولید اقتصادی بیشتری تحت شرایط اقلیمی استان لرستان نسبت به رقم میهن می‌باشند. رقم الوند نسبت به ارقام سیوند و میهن به ترتیب به میزان ۳/۷ و ۱۸/۳ درصد افزایش تولید اقتصادی را نشان داد. به‌عنوان یک نتیجه کلی می‌توان با مدیریت مصرف کودهای شیمیایی و کاربرد متعادل عناصر غذایی به همراه هیومیک اسید در راستای تولید پایدار گندم، علاوه بر کاهش هزینه‌های تغذیه این گیاه نسبت به روش‌های متدوال آن و همچنین پیامدهای زیست‌محیطی ناشی از مصرف نامتعادل و بیش از نیاز کودهای شیمیایی؛ عملکرد دانه را نیز تا حد مطلوبی افزایش داد.

"هیچگونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد"

REFERENCE

Abasi, H., and Hamzehei, G. (2017). Effect of different sources of nitrogen and humic acid fertilizers on yield and some physiological traits of Pishtaz wheat. *Crop Physiology Journal*. 9(35), 73-88. (In Farsi).

Abdoli, M., and Esfndiari, A. (2014). The effect of zinc foliar application on quantitative and qualitative yield and growth characteristics of wheat seedlings (Koohdasht cultivar). Iranian Journal of Dryland Agriculture. 2(1), 77-96. (In Farsi).

Akbari, H., and Modares Sanavy, S.A.M. (2019). Effects of Nutritional Management on Yield, Nitrogen Use Efficiency, Soil Organic Carbon and Nitrogen in Canola-Wheat Crop Rotation. *Journal of Agroecology*. 10(4): 1245-1257. (In Farsi).

Antoun, L. W. Sahar, M. Zakaria and H. Rafla. (2010). Influence of compost N-mineral and Humic Acid on yield and chemical composition of Wheat plant. Jornal. *Soil Science. And Agriculture*. l (11), 1131-1143.

Anwar, S., Iqbal, F., Khattak, W. A., Islam, M., Iqbal, B. and Khan, S. (2016). Response of wheat crop to humic acid and nitrogen levels. Agriculture research articles, 3(1): 558-565.

Arjumend, T., Kaleem abbasi, M.K., and Rafique, E. (2015). Effects of lignite-derived Humic acid on some selected soil properties, growth and nutrient uptake of wheat (*Triticum aestivum* L.) grown under greenhouse conditions. *Pakistan. Journal. Bot*., 47(6), 2231-2238.

Asal, M. W., Elham, A., Ibrahim, O. M., and Ghalab, E. G. (2015). Can humic acid replace part of the applied mineral fertilizers? A study on two wheat cultivars grown under calcareous soil conditions. *International Journal of ChemTech Research*, 8(9): 20-26.

Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E. and Alvino, A. (2005). Effect of Foliar Application of N and Humic Acids on Growth and Yield of Durum Wheat. *Agronomy for Sustainable Development*, 25, 183-191.

Doroodian, M., Sharghi, Y., Alipour, A., and Zahedi, H. (2016). Yield and Yield Components of Wheat as Influenced by Sowing Date and Humic Acid. *International Journal of Natural Sciences*, 5(1), 8-14.

Dupont, F.M., W.J. Hurkman, W.H Vensel, and M. Tanaka. (2006). Protein accumulation and composition in wheat grains: effects of mineral nutrients and high temperature. *European Journal*

of Agronomy. 25(2), 96– 107.

El-Bassiouny, H.S.M., Bakry, B.A., El-Monem Attia, A.A., and Abd Allah, M.M. (2014). Physiological role of humic acid and nicotinamide on improving plant growth, yield, and mineral nutrient of wheat (*Triticum durum*) grown under newly reclaimed sandy soil. Agricultural Sciences 5: 687-700.

Erkossa, T., Stah, K. and Tabo, G. (2002). Integration of organic and inorganic fertilizers: Effect on vegetable productivity. Ethiopian Agricultural Research Organization, Debre Zeit. *Ethiopian Institute of Agricultural Research*, 82, 247-256.

Foley, J.A., N. Ramankutty, K.A. Brauman et al. (2011). Solutions for a cultivated plant. *Nature* 478, 337–342.

Gayathri, B., and Srinivasamurthy, C. A. (2016). Effect of different levels and sources of humic acid extracted from organic wastes on soil properties, growth, yield and nutrient uptake by maize. Mysore Journal of Agricultural Sciences, 50(2): 463-468.

Gerendas, J., and I. Pieper. (2001). Suitability of the SPAD meter and the petiole nitrate test for nitrogen management in nursery potatoes. P. 716-717.

Hafez, M., Mohamed, A.E., Rashad, M., and Popov, A.I. (2020). The efficiency of application of bacterial and humic preparations to enhance of wheat (*Triticum aestivum* L.) plant productivity in the arid regions of Egypt. *Biotechnology Reports*. 29(2021): 17-23.

Halimiyan, E., Mojaddam, M., and Derogar, N. (2020). Evaluation of quantitative and qualitative yield of maize (zea mays L.) in response to micronutrient spraying under water stress conditions. *Applied Field Crops Research*. 32(4): 1-15. (In Farsi).

Izadi-Darbandi, E., and Azad, M. (2015). The possibility of wheat yield improvement by modifing the amount of nitrogen and phosphorus application methods and rate. *Applied Field Crops Research*. 27(105): 189-195. (In Farsi).

Izhar Shafi, M., Adnan, M., Fahad, S., Wahid, F., Khan, A., Yue, Z., Danish, S., Zafar-ul-Hye, M., Brtnicky, M., and Datta, R. (2020). Application of Single Superphosphate with Humic Acid Improves the Growth, Yield and Phosphorus Uptake of Wheat (*Triticum aestivum* L.) in Calcareous Soil. *Agronomy*. 10(9): 12-24. https://doi.org/10.3390/agronomy10091224

Jones, C.A., Jacobsen, J.S. and Mugaas, A. (2007). Effect of low-rate commercial humic acid on phosphorus availability, micronutrient uptake, and spring wheat yield. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 38(7-8), 921-933 .

Li, B.Y., Zhou, D.M., Cang, L., Zhang, H.L., Fan, X.H. and Qin, S.W. (2007). Soil micronutrient availability to crops as affected by long-term inorganic and organic fertilizer applications. *Soil and Tillage Research*, 96, 166–173.

Manal, F. M., Thalooth, A. T., Amal A. G., Magda, H. M. and Elewa, T. A. (2016). Evaluation of the effect of chemical fertilizer and humic acid on yield and yield components of wheat plants (*Triticum aestivum*) grown under newly reclaimed sandy soil. International Journal of ChemTech Research, 9(8): 154-161.

Moradi, M., Siadat, S.A., Khavazi, K., Naseri, R., Maleki, A., and Mirzaei, A. (2011). Effect of application of biological and chemical fertilizers of phosphorus on quantitative and qualitative traits of spring wheat. *Journal of Crop Ecophysiology*. 5(18), 51-66

Movahed- Pour. F., Dabagh mohammadi Nasab., A., Najafi, N., and Amini., R. (2014). Effect of humic acid and EDTA on growth characteristics, yield and yield components of rapeseed under copper toxicity stress. *Journal of Agriculture of Science and Sustainable Production*. 8(4), 13-29. (In Farsi).

Ofosu-Anim, J. and M. Leitch. (2009). Relative efficacy of organic manures in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) production. *Australian Journal of Crop Science*. 3(1), 13- 19.

Radwan, F. I., M. A. Gomaa, I. F. Rehab and Samera, I. A. (2015). Impact of Humic Acid Application, Foliar Micronutrients and Biofertilization on Growth, Productivity and Quality of Wheat (*Triticum aestivum*, L.). *Middle East Journal of Agriculture Research*. 4(2), 130-140.

Rajabi, R., R. Haghparast, M. Aghahisarbarzeh, and A. Shabani. (2008). Effect of biofertilizer application on yield and bread wheat quality under dray land conditions. 10th IranianCongress. 389 pp, (In Farsi).

Rostami, A.N., and Mozafari, A. (2018). Investigation the Effect of Humic Acid and Different Method of Seed Biopriming on Morphophysiological Traits of Wheat under Rainfed and Supplemental Irrigation Condition. *Journal of Agronomy and Plant Breeding*. 14(3): 89-106. (In Farsi).

Sabzevari, S., and Khazaie, HR. (2009). The Effect of foliar application with humic acid on growth, yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.). Agroecology 1(2), 53-63. (In Farsi).

Salal Alaiwi, M., and Khaled Idan, M. (2019). Studying the comparison of the ground addition and spraying with humic acid in some growth traits of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Euphrates Journal of Agriculture Science*. 11(3): 30-38.

Sarwar, M., Ahmed, S., Arsalan, M. and Khan, M. (2017). Humic acid affects zinc availability and wheat yield in zinc deficient calcareous soil. Journal of Applied Agriculture and Biotechnology, 2(1), 19−25.

Sassi-Aydi, S., Aydi, S. and Abdelly, C. (2014). Inorganic nitrogen nutrition enhances osmotic stress tolerance in phaseolus vulgaris: Lessons from a drought-sensitive cultivar. *Hort Science*, 49(5), 550-555.

Shahryari, R. (2018). Quantitative and Qualitative Comparison of Wheat Genotypes (*Triticum*

aestivum L.) under Terminal Water Stress Conditions and Foliar Application of Humic Acid. *Journal of Agroecology*. 10(1): 175-185. (In Farsi).

Sio-Se Mardeh, A., A. Ahmadi, K., Postini, and V. Mohammadi. (2006). Evaluation ofdrought resistance indices under various environmental condition. *Field Crop Res*. 98, 222- 229.

Tarafi, F., and Shokohfar, A. (2019). The effect of humic acid on yield, yield components and physiological characteristics of wheat in low irrigation conditions. *Quartery Journal of Plant Prouduction Scemce*. 2(9), 121-132. (In Farsi).

Teymori, N., Heydari, Gh. Hosein Panah, F., Sioseh-Mardeh, A., and Sohrabi, E. (2019). Response of physiological characteristics of Sardari wheat ecotypes to foliar application of iron and humic acid before and after flowering in rainfed conditions. *Plant Production Tecnology*. 19(1), 173-190. (In Farsi).

Tourfi, F., and Shokuhfar, A. (2019). Effect of humic acid on yield, yield component and physiological parameters of wheat in deficit irrigation conditions. Quarterly Jornal of plant production science 9(2), 121-132. (In Farsi).

UN Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2021). World population prospects: The 2020 revision.*http://esa.un.org/unpd/wpp/Excel-Data/population.htm, accessed January*.

Wang, J., chatzidimitriou, E., Wood, L., Hasanalieva, G., Markellou, E., Iversen, P, O., Seal, C., Baranski, M, Vigar, V., Ernst, L., Willson, A., Thapa, M., Barkla, B., Leifert, C., Rempelos, L. (2020). Effect of wheat species (*Triticum aestivum* vsT.spelta), farming system (organic vs conventional) and flour type (whole grain vs white) on composition of wheat flour Results of a retail survey in the UK and Germany 2. Antioxidantactivity, and phenolic and mineral content. *Food chemistry: x*, 6(30): 91-101.

Yuan, T., Wang, J., Sun, X., Yan, J., Wang, Z., and Niu, J. (2017). Effect of combined application of humic acid and nitrogen fertilizer on nitrogen uptake, utilization and yield of winter wheat. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*. 3, 74-82.