

## اثر محلول پاشی اسید هیومیک بر عملکرد کمی و کیفی گندم نان در شرایط تنش خشکی

رحیم محمودی زویک<sup>۱</sup>، محمد نصری<sup>۲</sup>، میثم اویسی<sup>۳</sup>

۳ و ۱، ۲ به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت و اعضای هیات علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین - پیشوا

مسئول مکاتبه: رحیم محمودی زویک: تهران - فلکه دوم صادقیه بلوار فردوس روبروی گلستان جنوبی - پ ۲۱۳ - واحد ۸

### چکیده

آزمایش در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران واقع در شهرستان ورامین انجام شد. طرح به صورت اسپلینت پلات در پایه بلوکهای کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا گردید. فاکتور اصلی شامل ۳ سطح آبیاری نرمال، تنش خفیف (انجام شش نوبت آبیاری و حذف آب آخر) و تنش شدید (انجام پنج نوبت آبیاری و حذف دو آب آخر)، و فاکتور فرعی شامل چهار سطح محلول پاشی اسید هیومیک (آب خالص، محلول پاشی با اسید هیومیک با غلظت ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی گرم بر لیتر)، بود. نتایج نشان داد که به جز صفات ارتفاع بوته و طول پدانکل سایر صفات مورد اندازه گیری تحت تاثیر تنش قرار گرفتند. برای هر دو سطح تیمار تنش، کاهش معنی داری در عملکرد دانه گندم مشاهده شد. کاهش عملکرد دانه برای تیمار تنش خفیف معادل ۱۵/۴٪ و برای تیمار تنش شدید معادل ۳۰/۹۶٪ در مقایسه با تیمار آبیاری نرمال بود. محلول پاشی اسید هیومیک سبب افزایش سرعت رشد و تولید برگ در گیاه و تسریع در دستیابی به حداکثر شاخص سطح برگ شد. با وجود افزایش عملکرد دانه در هر سه غلظت اسید هیومیک، این افزایش تنها در غلظت ۶۰۰ میلی گرم در لیتر معنی دار بود. مصرف اسید هیومیک، خصوصیات کیفی دانه گندم را نیز بهبود بخشید. درصد پروتئین و درصد فسفر دانه در اثر محلول پاشی اسید هیومیک افزایش معنی داری نشان داد. برآزش معادله پلی نومیال درجه دوم برای روند تغییرات شاخص سطح برگ در سطوح محلول پاشی و نیز رژیمهای مختلف آبیاری نشان داد که برای غلظتهای بالاتر محلول پاشی و شرایط آبیاری نرمال، حداکثر شاخص سطح برگ در مدت زمان کمتر و در مقادیر بالاتری حاصل میگردد. این آزمایش نشان داد که محلول پاشی اسید هیومیک در شرایط آبیاری نرمال موجب افزایش عملکرد اقتصادی و بهبود کیفیت دانه گندم شده و از سوی دیگر در شرایط بروز تنش در طی فاز زایشی، می تواند در کاهش خسارت ناشی از تنش موثر واقع گردد.

واژه های کلیدی: گندم، محلول پاشی، اسید هیومیک، تنش خشکی، پروتئین، فسفر

### مقدمه

در کشور ما، گندم به عنوان مهمترین محصول استراتژیک بیشترین خسارت عملکرد رت در نتیجه کم آبی و بروز خشکی در بخش اعظمی از مناطق کشت آن متحمل می شود. مراحل گلدهی و پرشدن دانه ها جزو بحرانی ترین مراحل رشد و نمو گندم نسبت به تنش خشکی معرفی شده چرا که این مراحل دوره هایی هستند که گندم نسبت به کمبود آب بیشترین حساسیت را نشان می دهد. تعدادی از محققین گزارش کرده اند که گیاهان دانه ریز از جمله گندم، دو هفته قبل از گرده افشانی نسبت به خشکی حساس می باشند (آقایی سربرزه و همکاران، ۱۳۸۸).

از سوی دیگر در راستای تحقق تولید غذای سالم و همگام با تلاش در جهت تولید ارقام متحمل به خشکی، بهینه سازی مصرف کودها و به طور اخص توجه به مصرف ریزمغذی ها، کودهای آلی و از جمله اسید هیومیک برای بهبود کیفیت محصول و به منظور متعادل نمودن میزان مصرف کودهای شیمیایی از جایگاه ویژه ای برخوردار شده است. کمبود عناصر غذایی بویژه نیتروژن و فسفر (که بدلیل ترکیب با آهن و آلومینیوم به شکل غیر قابل دسترس در می آید) از فاکتورهای محدود کننده در تولید گندم می باشد. امروزه در بسیاری از کشورها برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی از انواع اسیدهای آلی استفاده می شود که از انواع آن می توان به کودهای هوموسی اشاره کرد. از این کودها به صورت مختلف از جمله در سیستم های آبیاری تحت فشار، محلول پاشی، کشت های هیدروپونیک، مصرف خاکی و تلقیح با بذر استفاده می گردد (Maccarthy, ۲۰۰۱).

توجه به بهبود کیفیت گندمهای تولیدی کشور، همزمان با افزایش کمیت آن لازم به نظر می رسد، زیرا کیفیت نازل برخی از ارقام گندم و در نتیجه قابل مصرف نبودن بخش عمده نانهای تولید شده از آنها بدلیل خمیر بودن، زود بیات شدن و یا ماکول نبودن، سبب روانه شدن آنها به سوی سطلهای زباله منازل می شود. بنابراین، ایجاد و معرفی روشها و ترکیبات جدیدی که همزمان با بهبود عملکرد دانه، موجب افزایش کیفیت نانوائی مناسب و عملکرد مطلوب نیز شوند باید به عنوان امری ضروری شناخته شود تا از به هدر رفتن زحمات کشاورزان این عرصه جلوگیری شده و موجبات استفاده حداکثری از این محصول با ارزش فراهم شود (آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۹).

مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی اثرات قابل ملاحظه ای در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک داشته و به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارد (سماوات و ملکوتی، ۱۳۸۴). استفاده از اسید هیومیک باعث رشد اندام هوایی می شود که دلیل آن افزایش جذب عناصری نظیر ازت، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس است (Harper et al., ۲۰۰۰). اسید هیومیک و اسید فولویک از منابع مختلف نظیر خاک، هوموس، پیت، لیگنیت اکسید شده، زغال سنگ و ... استخراج می شود که در اندازه مولکولی و ساختار شیمیایی متفاوت اند (Sebahattin and Necdet, ۲۰۰۵). آزمایشات در مورد بررسی اثر چندین نوع اسید هیومیک به دست آمده از منابع مختلف نشان داد که اسید هیومیک سبب افزایش طول ریشه در افرای قرمز شد (Kelting et al., ۱۹۹۸).

Kauser and Azam, (۱۹۸۵) طی آزمایشی روی گندم دریافتند که اسید هیومیک به میزان ۵۴ میلی گرم در لیتر، ۵۰٪ افزایش در طول ریشه و ۲۲٪ افزایش در ماده خشک را به همراه داشت و همچنین جذب نیتروژن هم در حضور اسید هیومیک افزایش معنی داری نشان داد.

Sebahattin and Necdet (۲۰۰۵) نشان دادند که غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک باعث افزایش طول ساقه از ۲۰/۹ به ۵۱/۵ سانتیمتر می شود. همچنین سبزواری و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی اثر اسید هیومیک بر رشد ریشه و بخش هوایی ارقام گندم گزارش کردند که موثرترین غلظت اسید هیومیک بر رشد ریشه و اندام هوایی گندم، ۳۰۰ میلی گرم در لیتر و بهترین پاسخ به آن مربوط به رقم سبلان بود. آنها اظهار داشتند که استفاده از این اسید آلی در توسعه سیستم ریشه و استقرار گندم که به عنوان یک مشکل در ابتدای فصل رشد مطرح است می تواند بسیار مفید باشد.

هدف از این آزمایش بررسی اثر مصرف مقادیر مختلف کود آلی (اسید هیومیک) بر عملکرد دانه گندم و ایجاد یک مدیریت تلفیقی این کودها در کنار کودهای شیمیایی با هدف کاهش مصرف بی رویه کودهای شیمیایی می باشد.

## مواد و روشها

آزمایش در طی سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران واقع در شهرستان ورامین اجرا گردید. بر اساس آمار دراز مدت هواشناسی منطقه، متوسط بارندگی سالیانه ۱۲۰ میلیمتر و ارتفاع آن از سطح دریا حدود ۱۰۰۰ متر بود. همچنین بافت خاک لوم رسی، با اسیدیته ۷/۸ و ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی خاک به ترتیب ۲۴ و ۶ می باشد. طرح به صورت اسپلیت پلات در پایه بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل رژیمهای آبیاری در ۳ سطح آبیاری نرمال، تنش خفیف (قطع آبیاری در آغاز پر شدن دانه) و تنش شدید (قطع آبیاری در آغاز گلدهی) و کرت‌های فرعی شامل محلول پاشی با آب خالص به عنوان شاهد و محلول پاشی اسید هیومیک با غلظتهای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی گرم بر لیتر بود. محل آزمایش در سال قبل، آیش بود. عملیات آماده سازی زمین در اواخر مهرماه، شامل شخم، یک نوبت دیسک و دو بار لولر عمود بر هم بود. کود فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل به میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار، کود پتاسه از منبع سولفات پتاسیم به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار و ازت از منبع اوره به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار مصرف گردید. کل کود فسفر و پتاس و یک سوم ازت در هنگام کاشت و مابقی کود ازته در زمانهای رشد سریع گندم در دو مرحله ابتدای ساقه (نیمه اسفندماه) و ابتدای ظهور خوشه (دهم فروردین ماه) به صورت سرک استفاده شد. به منظور مبارزه با بذور علفهای هرز از علفکش پیش کاشت تریفورالین با غلظت ۲ در هزار بصورت پاشش مستقیم به روی خاک توسط سمپاش پشت تراکتوری استفاده شد و پس از سمپاشی، دیسک سبک برای مخلوط کردن سم با خاک، زده شد. کشت در نیمه دوم آبان ماه با استفاده از دستگاه بذرکار تحقیقاتی غلات (وینتر اشتایگر- ساخت آلمان) انجام شد. بذر مورد استفاده رقم اصلاح شده جدید پارسی (سال معرفی ۱۳۸۸) بود. محلول پاشی اسید هیومیک در دو نوبت ابتدای ساقه رفتن (ظهور اولین گره در پایینترین قسمت ساقه) و ابتدای ظهور خوشه (خروج نک ریشک از غلاف برگ پرچمی) با استفاده از سمپاش پشتی موتوری به ظرفیت ۱۲ لیتر انجام شد. اسید هیومیک مورد استفاده از منبع اسید هیومیک تجاری با نام هیومیسول (Humisol)، تحت لیسانس *Humate International Jacksonville Florida* آمریکا، دارای ۱۲/۵ درصد اسید هیومیک و ۵/۶٪ اسید فولیک مورد استفاده قرار گرفت. مبارزه با آفت سن گندم در نیمه دوم فروردین ماه با استفاده از سم دسیس با غلظت ۱/۵ لیتر در هکتار انجام شد. جهت تعیین عملکرد دانه از دو خط وسط هر کرت آزمایشی پس از حذف نیم متر از بالا و پایین کرت به عنوان اثر حاشیه ای، مساحت باقیمانده (۶ متر مربع) جهت تعیین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک برداشت شد. اجزای عملکرد (وزن هزار دانه، تعداد خوشه در واحد سطح، تعداد دانه در خوشه، ارتفاع بوته، وزن خوشه، شاخص برداشت و تعداد روز تا رسیدگی) نیز در انتهای دوره رشد اندازه گیری شد. درصد پروتئین دانه با استفاده از دستگاه اینفرماتیک ۸۶۰۰ (NIR) اندازه گیری شد. عملکرد پروتئین از حاصلضرب درصد پروتئین در عملکرد دانه محاسبه شد. درصد فسفر دانه با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر تعیین شد. عملکرد فسفر از حاصلضرب درصد فسفر در عملکرد دانه بدست آمد.

برای انجام محاسبات آماری از نرم افزار SAS استفاده شد و میانگین های هر صفت، با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ مورد مقایسه قرار گرفتند.

## نتایج

بسیاری از خصوصیات کمی و کیفی رشد گندم تحت تاثیر تنش خشکی قرار گرفت و بروز خشکی بویژه در طی دوره رشد زایشی موجب کاهش معنی دار عملکرد دانه از طریق اثرگذاری بر اجزای مهم عملکرد دانه گندم از قبیل تعداد خوشه بارور، تعداد دانه در خوشه و در شرایط تنش شدید وزن هزار دانه گردید جدول (۱). بیشترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری نرمال به میزان ۶۵۹۸ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. اختلاف این تیمار با هر دو تیمار قطع آبیاری در زمان پر شدن دانه (تنش خفیف) و گلدهی (تنش شدید) معنی دار بود. تنش خفیف سبب کاهش میانگین عملکرد دانه به ۵۵۸۳ کیلوگرم در هکتار شد که کاهش معادل ۱۵/۴٪ را موجب گردید. این کاهش در مقایسه با شاهد معنی دار بود. حذف دو آب آخر گندم یا تنش شدید سبب افت میانگین عملکرد دانه به ۴۵۵۵ کیلوگرم در هکتار گردید که بیانگر کاهش معادل ۳۱٪ در مقایسه با شاهد و ۱۸/۴٪ در مقایسه با تنش خفیف بود.

جدول (۱) تجزیه واریانس صفات تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، درصد فسفر دانه، عملکرد فسفر دانه، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین

Table 1. analysis of variance for no. of grain per spike, TKW, grain yield, biological yield, phosphorus percentage, phosphorus yield, protein percentage and protein yield

میانگین مربعات M.S									
منابع تغییر	درجه آزادی df	تعداد دانه در خوشه No. grain/spike	وزن هزار دانه TKW	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	درصد فسفر phosphorus (%)	عملکرد فسفر phosphorus yield	درصد پروتئین Protein percentage	عملکرد پروتئین Protein yield
تکرار	۲	۱۹,۷۶	۶۸,۰۱	۳۹۲۱۹۱۴,۷	۹۳۵۶۰۳,۳	۰,۰۰۰۷	۶,۷	۰,۴	۱۶۸۴۸,۲
آبیاری irrigation	۲	۱۴۱۴,۲**	۵۱۷,۷**	۸۳۱۳۲۷۸,۷*	۱۲۵۲۲۷۳۵**	۰,۰۰۸۹*	۸۰,۷۷**	۱۸,۲**	۳۵۷۸۸,۵ns
خطای الف Error a	۴	۲۴۵,۷	۱۲۰,۵	۱۱۶۴۸۶۱,۵	۵۲۵۳۸۹,۲	۰,۰۰۰۶	۱۷,۴	۰,۱۱	۹۰۶۴,۱
محلولپاشی spraying	۳	۷۵,۲*	۲۶,۵*	۱۲۴۵۰۵۲,۹*	۷۳۵۳۶۲,۵**	۰,۰۰۰۸*	۲۴,۰۱**	۳,۰۵**	۳۸۷۳۴,۲**
اثر متقابل a . b	۶	۲۵,۱ns	۴,۹ns	۱۲۱۹۲۱,۹ns	۶۶۱۱۹,۳ns	۰,۰۰۰۳ns	۰,۱۵ns	۰,۲۵ns	۱۵۲۱,۶۳ns
خطای ب Error b	۱۸	۳۵,۱	۲,۹۷	۴۳۵۸۳۶,۴	۱۲۹۶۸۴,۳	۰,۰۰۰۲	۲,۷۸	۰,۱۶۷	۲۱۰۲
C.V		۱۲,۲۹	۱۴,۱۳	۱۴,۹۲	۱۶,۴۹	۶,۶	۱۰,۱۶	۷,۴۵	۹,۷

\* و \*\* به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪ و ns فاقد اختلاف معنی دار

ns, \* and \*\* are non significant, significant at 5% and 1% respectively

در ارتباط با عامل اصلی کاهش عملکرد دانه تحت شرایط تنش خشکی گزارشات مختلف ارائه شده است. Morgan, (۱۹۸۹) کاهش تعداد سنبله در هر بوته و Fischer, and Mauver (۱۹۷۸) کاهش تعداد

دانه در سنبله و وزن دانه را عامل کاهش عملکرد تحت شرایط تنش خشکی می دانند. نتایج تحقیق حاضر، کاهش هر دو جزء تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه را نشان داد که با نتایج ارائه شد توسط محققین فوق مطابقت داشت. رام و کوماری (۲۰۰۵)، بیان داشتند که تنش وارده در مرحله رشد زایشی تا ۵۰ درصد عملکرد دانه را کاهش داد اما تنش در مرحله رشد رویشی تنها باعث تقلیل ۳۰ درصد محصول گردید. به اعتقاد آنها تنش آب در مرحله رشد رویشی و قبل از گرده افشانی، اگرچه اثر کمتری بر عملکرد نهایی نسبت به کمبود آب در مرحله گلدهی و پر شدن دانه ها داشته، ولی از این منظر که بر گسترش برگ و توسعه ساقه تاثیر گذاشته و میزان تجمع مواد را به شدت تغییر می دهد، از اهمیت برخوردار است.

تعیین عامل اصلی و بحرانی در کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی به مرحله و زمان بروز تنش و نیز شدت تنش بستگی داشته و تفاوت در گزارشات ارایه شده، معلول این امر می باشد. در مطالعه اخیر کاهش عملکرد دانه گندم با کاهش طول دوره پر شدن دانه، کاهش وزن هزار دانه و نیز کاهش تعداد دانه در خوشه اصلی همراه بود. دانشمندان معتقدند که واکنش گیاه در برابر آب با فعالیت متابولیکی، مورفولوژیکی، مرحله رشد و عملکرد بالقوه گیاه در ارتباط است (Gabriella, et al. ۲۰۰۳).

جدول ۲) مقایسه میانگین تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در خوشه، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، محتوای نسبی آب برگ، میزان پروتئین دانه و عملکرد پروتئین

**Table ۲. mean comparisons for no. of fertile tiller /m<sup>۲</sup>, no. of grain per spike, TKW, grain yield, biological yield, leaf RWC, protein percentage and protein yield**

میانگین MS								
تیمار treatment	تعداد دانه در خوشه grain spike	وزن هزار دانه (gr) TKW	عملکرد دانه Grain yield (kg/h)	عملکرد بیولوژیکی Biological yield (kg/h)	میزان فسفر دانه phosphorus phosphorus (%)	عملکرد فسفر دانه phosphorus yield (kg/h)	میزان پروتئین دانه Protein percentage (%)	عملکرد پروتئین Protein yield (kg/h)
irrigation آبیاری								
آبیاری معمول Normal	۵۵,۹ a	۴۶,۸ a	۱۴۲۰۰ a	۶۵۹۸ a	۰,۳۷ b	۲۴,۵۷ a	۱۰,۷۸ c	۷۱۱,۸ a
تنش خفیف Light stress	۵۲,۸ a	۴۴ b	۱۳۴۴۰ ab	۵۵۸۳ b	۰,۳۸ b	۲۱,۵۱ ab	۱۱,۵۹ b	۶۴۸,۱ a
تنش شدید Severe stress	۳۵,۸ b	۳۴,۳ c	۱۲۵۴۰ b	۴۵۵۵ c	۰,۴۲ a	۱۹,۴۱ b	۱۳,۲۱ a	۶۰۳,۱ a
محلول پاشی اسید هیومیک hiomic acid spraying								
آب خالص Pure water	۴۵,۳ b	۴۱,۳ bc	۱۳۰۷۰ b	۵۲۷۱ b	۰,۳۸ b	۲۰,۹۴ bc	۱۱,۲۷ c	۶۰۹,۲ c
۲۰۰ میلی گرم در لیتر ۲۰۰ mg/l	۴۷,۳ ab	۳۹,۷ c	۱۳۱۳۰ b	۵۵۰۰ b	۰,۳۹ b	۲۰,۳ c	۱۱,۵۶ c	۶۰۰,۵ c
۴۰۰ میلی گرم در لیتر ۴۰۰ mg/l	۴۷,۹ ab	۴۲,۲ ab	۱۳۵۲۰ ab	۵۵۸۷ b	۰,۴۰ ab	۲۲,۰۶ b	۱۲,۰۲ b	۶۶۴,۷ b
۶۰۰ میلی گرم در لیتر ۶۰۰ mg/l	۵۲,۲ a	۴۳,۸ a	۱۳۸۷۰ a	۵۹۵۸ a	۰,۴۱ a	۲۴,۰۲ a	۱۲,۶ a	۷۴۳ a

میانگین های مندرج در هر ستون که دارای حروف مشابه هستند از نظر آماری اختلاف معنی داری ندارند

The means with similar letters in each column has no significant difference

به نظر می رسد که قدرت رشد اولیه و توانایی رشد مطلوب در طی دوره رشد رویشی که در آزمایش اخیر از طریق مصرف اسید هیومیک و با حمایت از گیاه در رشد سریع و جذب و فراهمی عناصر غذایی موجب

افزایش توان تولید ساقه و برگ گردید، می تواند عملکرد دانه را بویژه در حالت وجود خشکی انتهایی تحت تاثیر قرار داده و خسارت را به حداقل برساند. برای دستیابی به عملکرد دانه بالا بایستی بین میزان رشد قبل و بعد از گرده افشانی توازن وجود داشته باشد. رشد کمتر قبل از گرده افشانی باعث کاهش عملکرد بیولوژیک شده ولی باعث به حداکثر رساندن شاخص برداشت می شود، در حالی که رشد بیشتر در این زمان، بیوماس را به حداکثر رسانده ولی باعث کاهش شاخص برداشت می شود در این شرایط توان گیاه برای پر کردن دانه و انتقال مواد غذایی به دانه ها، عامل تعیین کننده خواهد بود.

محلول پاشی اسید هیومیک اثر معنی داری بر عملکرد دانه گندم داشت (جدول ۱). افزایش عملکرد دانه در پایینترین غلظت محلول پاشی اسید هیومیک (۲۰۰ میلی گرم بر لیتر) معنی دار نبود. اما برای غلظت ۴۰۰ میلی گرم در لیتر این افزایش معنی دار شد. اگرچه، غلظت ۶۰۰ میلی گرم در لیتر نیز سبب افزایش عملکرد دانه شد اما اختلاف بین دو غلظت ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی گرم در لیتر معنی دار نبود. غلظت ۴۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک سبب افزایش ۹/۸ درصدی و غلظت ۶۰۰ میلی گرم در لیتر سبب افزایش ۱۳ درصدی عملکرد دانه گردید (جدول ۲). نقش مهم و موثر اسید هیومیک در افزایش معنی دار عملکرد دانه در سایر گیاهان نیز گزارش شده است. قربانی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی اثر مصرف اسید هیومیک در آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گیاه ذرت نتیجه گرفت که عملکرد دانه در ذرت به صورت معنی داری تحت تاثیر تیمار اسید هیومیک قرار گرفت. (Nardi et al., ۲۰۰۲) در مطالعه‌ای، گزارش کرد که اسپری ترکیبات حاوی اسید هیومیک در مرحله توسعه خوشه گندم، عملکرد دانه را تا ۷۸٪ نسبت به تیمار شاهد افزایش داد

Xudan, (۱۹۸۶) در مطالعه بر روی گیاه جو نتیجه گرفت که اسید هیومیک سبب افزایش عملکرد دانه شد. همچنین Ayuso et al., (۱۹۹۶) تاثیر مثبت کاربرد اسید هیومیک را در افزایش عملکرد دانه گیاهان گندم، برنج و تریچه به ترتیب معادل ۴۴، ۱۴ و ۲۰ درصد گزارش کرد.

کاهش شدید عملکرد دانه در تیمار تنش شدید، سبب افت معنی دار عملکرد بیولوژیک در این تیمار گردید. در تیمار تنش خفیف، معنی دار نشدن کاهش عملکرد بیولوژیک با وجود افت معنی دار عملکرد دانه می تواند به این دلیل باشد که گیاه تا زمان پر شدن دانه ها حجم مطلوبی از ماده خشک را تولید نموده اما با وقوع ناگهانی تنش که از تبعات اصلی آن کوتاه شدن طول دوره پر شده دانه و در نتیجه زودرسی اجباری گیاه بود، فرصت کافی برای انتقال ماده خشک موجود در اندامهای هوایی بویژه ساقه ها و غلافها فراهم نشده و علیرغم تولید ماده خشک مطلوب، عملکرد دانه پایینی تولید گردید. در حقیقت در این تیمار سهمی از عملکرد کل که باید به دانه ها اختصاص می یافت کاهش یافت بدون آنکه کل ماده خشک تولیدی تحت تاثیر قرار گیرد. این امر به طور مشابه در شرایط طبیعی منطقه ورامین در برخی سالها نیز دیده می شود که در طی پدیده ای بنام بادزدگی، گیاه تا مرحله پر شدن دانه به خوبی رشد کرده و ماده خشک بالا و مطلوبی تولید نموده اما تنها در طی یک دوره گرمای بیش از حد چند روزه مجبور به زودرسی سریع شده و در حالی که از عملکرد بیولوژیکی بالایی برخوردار است به دلیل عدم فرصت برای انتقال مواد به دانه ها، دانه هایی ریز و چروکیده با عملکرد دانه پایین و در عین حال ماده خشک بالا تولید می نماید. بدیهی است این امر سبب کاهش شاخص برداشت نیز خواهد شد. با انجام محلول پاشی حتی در غلظت پایین (۲۰۰ میلی گرم در لیتر)

هم تولید ماده خشک کل افزایش یافت اما این افزایش تنها در بالاترین غلظت (۶۰۰ میلی گرم در لیتر) معنی دار شد. در این تیمار کل ماده خشک تولیدی با ۶/۱٪ افزایش از ۱۳۰۷۰ کیلوگرم در هکتار به ۱۳۸۷۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت. قربانی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی اثر کاربرد اسید هیومیک در آب آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت در مشهد گزارش کردند که تیمارهای اعمال شده تأثیر معنی داری در سطح آماری ۱٪ بر عملکرد بیولوژیک داشت. در یک بررسی، کاربرد اسید هیومیک در محلول غذایی موجب افزایش محتوای نیتروژن در اندام هوایی و رشد شاخساره و ریشه در ذرت شد (Tan, ۲۰۰۳). مطالعه دیگری اسید هیومیک سبب افزایش فسفر و نیتروژن در گیاه بنت گراس شده و تجمع ماده خشک را افزایش داد (Mackowiak et al., ۲۰۰۱).

### درصد و عملکرد پروتئین دانه

قطع آبیاری در زمان پر شدن دانه موجب افزایش معنی دار درصد پروتئین از ۱۰/۷۸ درصد (شاهد) به ۱۱/۵۹ درصد گردید که نشان دهنده افزایشی معادل ۷/۵۱ درصد بود. برای تیمار قطع آبیاری در زمان گلدهی نیز با افزایش معنی داری معادل ۲۲/۱٪ در مقایسه با تیمار شاهد به ۱۳/۲۱٪ رسید. ضمن اینکه اختلاف بین دو تیمار قطع آبیاری نیز معنی دار بود. (Gooding et al., ۲۰۰۳) علت افزایش میزان پروتئین دانه در تنش خشکی را ناشی از تأثیر کمتر تنش بر شاخص برداشت نیتروژن در مقایسه با شاخص برداشت ماده خشک می دانند. یکی دیگر از دلایل افزایش درصد پروتئین در شرایط تنش، انباشت پروتئین های شوک حرارتی در دانه های در حال رشد و رسیده است. زیرا تنش خشکی معمولاً با تنش حرارتی در مزرعه نیز همراه است. افزایش غلظت پروتئین بر اثر تنشهای محیطی الزاماً به معنای افزایش کیفیت گندم نیست، زیرا همانطور که Souza et al., (۱۹۹۴) بیان کرده اند اگرچه ترکیب و غلظت پروتئین بر کیفیت گندم تأثیر دارد ولی غلظت پروتئین در مقایسه با ترکیب آن، اثر بزرگتری بر کیفیت آرد دارد. بنابراین تنشهای محیطی همچون تنش شوری و خشکی که غلظت پروتئین را افزایش می دهند، به علت تغییر در نسبت اسید آمینه های اندوخته شده موجب کاهش کیفیت گندم می شوند. در شرایط تنش خشکی، کاهش وزن هزار دانه گندم در اثر کاهش ذخیره نشاسته در دوره پر شدن دانه، (بدلیل کاهش معنی دار آنزیم های سنتز نشاسته)، سبب افزایش درصد پروتئین در واحد حجم می شود و به این سبب افزایش درصد پروتئین دانه در اثر بروز تنش خشکی قابل پیش بینی خواهد بود (رجب زاده، ۱۳۵۷). وزن هزار دانه در شرایط تنش، بدلیل زودرس شدن گیاه به منظور فرار از خشکی (همانگونه که در مطالعه اخیر نیز اتفاق افتاد) کاهش می یابد زیرا زودرسی گیاه با کاهش دوره پر شدن دانه، سبب کاهش زمان مورد نیاز گیاه برای تولید و یا انتقال مواد غذایی لازم از اندامهای فتوسنتز کننده یعنی برگها و نیز اندامهای ذخیره ای موقت مانند ساقه ها و پدانکل، به دانه ها شده و بنابراین موجبات کاهش وزن و چروکیدگی دانه را فراهم می کند (سیدشریفی و همکاران، ۱۳۸۸).

محلول پاشی اسید هیومیک موجب افزایش معنی دار (در سطح آماری ۱٪) پروتئین دانه گردید (جدول ۱). درصد پروتئین از ۱۱/۲۷ درصد (شاهد) به ۱۱/۵۶ درصد برای محلول پاشی با غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر، ۱۲/۰۲ درصد برای تیمار محلول پاشی با غلظت ۴۰۰ میلی گرم در لیتر و به ۱۲/۶٪ برای محلول پاشی با غلظت ۶۰۰ میلی گرم در لیتر افزایش یافت. با این حال این افزایش در پایین ترین غلظت (۲۰۰

میلی گرم در لیتر) در مقایسه با شاهد معنی دار نبود اما در دو غلظت ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی گرم معنی دار بود. ازت، فسفر و گوگرد جزو عناصر زیاد مغذی از نظر مقدار لازم برای رشد گیاه هستند و از مهمترین نقش این عناصر شرکت در ساختمان پروتئین و در نتیجه ساختمان گیاه می باشد. اسید هیومیک و ترکیبات آن هم از طریق افزایش قابلیت ریشه ها در جذب این عناصر و هم از طریق مداخله در فعالیتهای آنزیمی مرتبط با فراهمی آنها برای گیاه، سبب افزایش توان سنتز پروتئین در گیاه و انتقال آن به دانه ها می گردند.

(Kausar and Azam (۱۹۸۵) طی آزمایشی روی گندم دریافتند که اسید هیومیک به میزان ۵۴ میلی گرم در لیتر، ۵۰٪ افزایش در طول ریشه و ۲۲٪ افزایش در ماده خشک را به همراه داشت و همچنین جذب نیتروژن هم در حضور اسید هیومیک افزایش و درصد پروتئین دانه به میزان ۱۲/۲٪ گردید.

عملکرد پروتئین دانه در یک تیمار، حاصل ضرب درصد پروتئین در عملکرد دانه آن تیمار می باشد. در آزمایش اخیر اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر عملکرد پروتئین دانه معنی دار نبود. از آنجا که تاثیر تیمارهای تنش بر عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه گندم خلاف یکدیگر بوده و همزمان با افزایش درصد پروتئین دانه در شرایط تنش، میانگین عملکرد دانه کاهش یافت، این امر موجود ثابت ماندن حاصل ضرب فوق گردید.

اثر محلول پاشی اسید هیومیک بر عملکرد پروتئین دانه در سطح آماری ۱٪ معنی دار بود (جدول ۱). محلول پاشی اسید هیومیک سبب افزایش عملکرد پروتئین گردید. میانگین عملکرد پروتئین دانه از ۶۰۹/۲ کیلوگرم در هکتار برای تیمار شاهد به ۶۰۰/۵ کیلوگرم در هکتار در پایین ترین غلظت محلول پاشی اسید هیومیک (۲۰۰ میلی گرم در لیتر) افزایش یافت اما این افزایش معنی دار نبود. با این حال هر دو تیمار محلول پاشی با غلظت ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی گرم در لیتر افزایش معنی داری را به ترتیب به میزان ۹/۱۱٪ و ۲۱/۹۷٪ گردید. در زمان برداشت محصول گندم، افزایش میزان محصول به عنوان بهبود کمی و افزایش میزان پروتئین و نوع پروتئین به عنوان بهبود کیفی گندم مطرح می باشد. به طور کلی تمایل بر این است که با افزایش عملکرد دانه (بهبود کمی)، کیفیت محصول نیز افزایش یابد (بهبود کیفی). ترکیب و مقدار پروتئین، خواص کیفی گندم را تحت تاثیر قرار می دهد و اثر مقدار پروتئین نسبت به ترکیب آن بر خواص کیفی بیشتر است (بیدلی، ۱۳۷۷).

### درصد و عملکرد فسفر دانه

اثر تیمار آبیاری بر درصد فسفر دانه گندم در سطح آماری ۱٪ معنی دار بود (جدول ۴-۷). دامنه تغییرات درصد فسفر دانه از بیشترین حد آن برای تیمار تنش شدید، به میزان ۰/۴۲ درصد تا کمترین میزان آن در تیمار آبیاری نرمال به میزان ۰/۳۷ درصد متغیر بود که افزایشی معادل ۱۳/۵٪ را نشان داد و این افزایش معنی دار بود. تیمار تنش خفیف نیز سبب افزایش درصد فسفر دانه با ۰/۳۸٪ گردید اما این افزایش معنی دار نبود. میزان فسفر در گیاهان بین ۰/۱ تا ۰/۴ درصد است که بسیار کمتر از غلظت ازت و پتاسیم در گیاه می باشد. در درجه اول، گیاهان فسفر را به صورت یون دی هیدروژن فسفات و در درجه دوم به صورت منو هیدروژن فسفات جذب می نمایند. در شرایطی که اسیدیت خاک زیاد نباشد و یا به عبارتی شرایط اسیدی، فسفر به صورت یون دی هیدروژن فسفات جذب گیاه می گردد. همچنین فسفر در ساختمان DNA و RNA و فیتین یا اسید فیتیک دارای نقش می باشد. مهمترین نقش فسفر در گیاه، ذخیره و انتقال انرژی می باشد که به صورت مولکولهای ATP قادر است انرژی مورد نیاز گیاه را تامین نماید



پل شکن پهلوان و همکاران (۱۳۸۶) اثر دور آبیاری را در سطح ۵ درصد بر مقدار ازت کل خاک و کلسیم محلول و در سطح ۱ درصد بر مقدار فسفر خاک معنی دار گزارش کرده اند. در مطالعه این محققین، مقایسات میانگین نشان داد که غلظت ازت و فسفر در سطح آبیاری ۸۰ میلی متر کمتر می باشد. این امر می تواند مربوط به جذب بیشتر این عناصر توسط گیاه در این سطح آبیاری باشد. در آزمایش این محققین اثرات دور آبیاری بر مقدار جذب فسفر نیز در سطح ۱٪ معنی دار شد. مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین جذب این عناصر در رژیم آبیاری ۸۰ میلی متر تبخیر صورت گرفت.

اثر سطوح مختلف محلول پاشی اسید هیومیک بر درصد فسفر در سطح آماری ۵٪ معنی دار بود (جدول ۱). محلول پاشی اسید هیومیک سبب افزایش درصد فسفر دانه شد با این حال این افزایش برای دو غلظت ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر معنی دار نبود. غلظت ۶۰۰ میلی گرم بر لیتر سبب افزایش معنی دار درصد فسفر از ۰/۳۸ برای شاهد به ۰/۴۱ درصد در این تیمار گردید. در بررسی اثر برگ پاشی نیتروژن و اسید هیومیک بر رشد و عملکرد ارقام گندم دوروم گزارش شد که اسید هیومیک موجود در کاه و کلش گندم می تواند از تشکیل فسفاتهای کلسیمی غیر قابل حل در خاک جلوگیری کرده و سبب افزایش فراهمی فسفر برای گیاه گردد (Grossl and Inskeep, ۱۹۹۱).

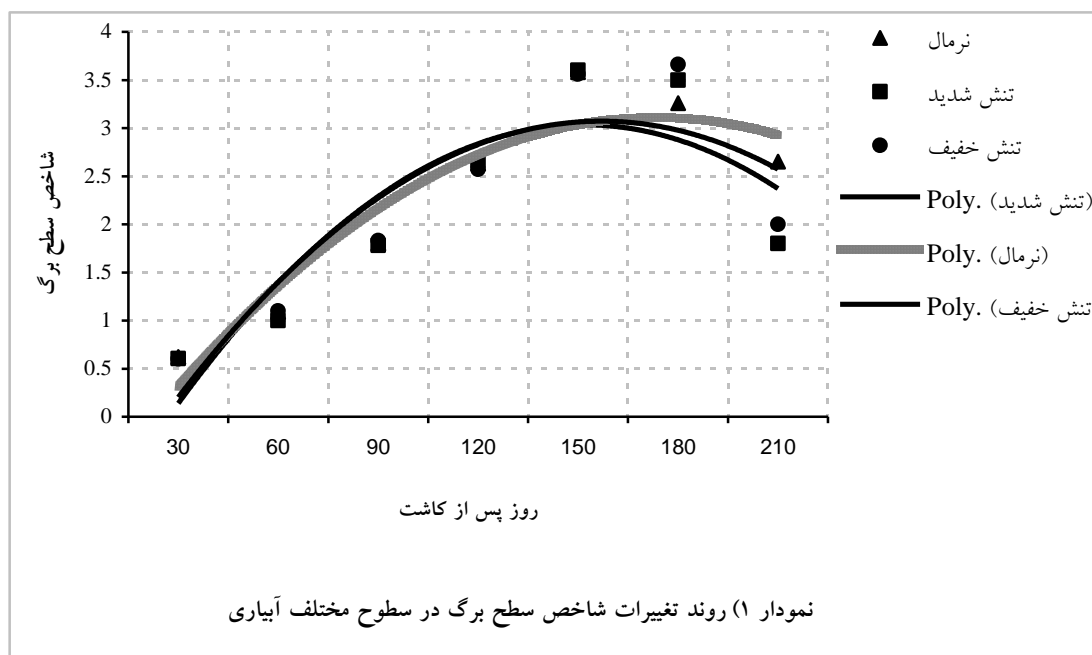
تحقیقات نشان داده است که مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی اثرات قابل ملاحظه ای در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک داشته و به دلیل وجود ترکیبات هورمونی، اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارند (Samavat and Malakuti, ۲۰۰۵). باروری خاک به شدت به محتوی مواد آلی وابسته است. اسید هیومیک با کلات کردن عناصر ضروری از جمله فسفر و ازت سبب افزایش جذب این عناصر شده و باروری خاک و تولید در گیاهان را افزایش می دهد. عملکرد فسفر حاصلضرب درصد فسفر دانه در عملکرد دانه می باشد. این شاخص برآورد دقیق تر و بهتری از میزان فسفر انتقال یافته به دانه ها می باشد. در واقع در شرایط نرمال آبیاری عملکرد دانه بالا توام با درصد فسفر قابل قبول، میزان نیاز مطلوب غذایی این عنصر را در نان گندم فراهم می سازد. در حالیکه تحت تاثیر تنش میران واقعی عملکرد برداشت شده فسفر در دانه کاهش یافته و دانه از نظر این عنصر فقیر خواهد بود. تاثیر تیمارهای تنش بر عملکرد دانه و درصد فسفر دانه گندم بر خلاف یکدیگر بود همزمان با افزایش درصد فسفر دانه در شرایط تنش، میانگین عملکرد دانه کاهش یافت، اما به دلیل تاثیر منفی و شدیدتر تنش بر عملکرد دانه، عدد نهایی عملکرد فسفر برای تیمارهای تنش خفیف و شدید به ترتیب به ۲۱/۵۱ و ۱۹/۴۱ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با شاهد (۲۴/۵۷ کیلوگرم در هکتار) کاهش یافت. اختلاف بین آبیاری نرمال با تنش خفیف و نیز اختلاف بین دو تیمار تنش خفیف و تنش شدید معنی دار نبود (جدول ۲).

محلول پاشی اسید هیومیک، اثر معنی داری در سطح آماری ۱٪ بر عملکرد فسفر دانه داشت (جدول ۱). محلول پاشی با دو غلظت ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی گرم در لیتر سبب افزایش عملکرد فسفر دانه شد. این افزایش در غلظت ۴۰۰ میلی گرم در لیتر معنی دار نبود (جدول ۲). اثر مثبت اسید هیومیک بر عملکرد فسفر دانه ناشی از اثر افزایش همزمان آن بر عملکرد دانه و درصد فسفر دانه بود. بدیهی است که یکی از مهمترین فواید مصرف اسید هیومیک افزایش فراهمی فسفر برای گیاه می باشد. (Liu and Cooper, ۲۰۰۰) در آزمایشی روی گیاه بنت گراس نشان دادند که در غلظت ۴۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک، وزن خشک

ریشه به طور معنی داری افزایش یافت و همچنین فعالیت آنزیم ها هم از ۲۳٪ به ۱۰۰٪ افزایش یافت که خود عامل افزایش تنفس ریشه و رشد بیشتر آن شد. همچنین با کاربرد ترکیبات هیومیکی، رشد ریشه بیشتر از ساقه تحت تاثیر قرار گرفت. هر گونه افزایش در حجم ریشه در دسترسی بهتر به عناصر خاک و از جمله فسفر و بنابراین بالا بردن باروری خاک منجر شده و اسید هیومیک از این قابلیت مهم برخوردار است.

## شاخص سطح برگ

نمودار شماره ۱ روند تغییرات شاخص سطح برگ را در سطوح آبیاری نشان می دهد. از آنجا که زمان اعمال هر دو تیمار تنش آبیاری پس از زمان به حد اکثر رسیدن شاخص سطح برگ یعنی در آغاز و ادامه فاز زایشی بود روند تغییرات این شاخص از ابتدای دوره رشد تا این مرحله برای هر سه تیمار یکسان و مشابه بود بطوری که پس از مرحله سبز شدن گیاه و شروع رشد برگها، در همه تیمارها مقدار آن افزایش یافت تا اینکه در مرحله آغاز گلدهی به حداکثر مقدار سطح برگ رسید و بنابراین تا این زمان تفاوتی در منحنی رگرسیونی هر سه تیمار مشاهده نشد. پس از این زمان روند تغییرات LAI متفاوت بود.



در تیمار آبیاری نرمال مدت زمان در حداکثر باقی ماندن LAI طولانی تر بود و آغاز افت آن دیرتر اتفاق افتاد در حالی که در تیمار قطع آبیاری در ابتدای گلدهی، عکس العمل گیاه به وقوع تنش سبب شروع زودتر ریزش برگها و کاهش سطح برگ، گردید. این امر همچنین ناشی از کوتاه شدن طول فاز زایشی گیاه بود که نهایتاً به کاهش عملکرد دانه و اجزای عملکرد منجر گردید. برای تیمار تنش شدید، افت LAI دیرتر آغاز شد اما در این تیمار نیز، دوام سطح برگها کمتر و ریزش سریعتر بود که نهایتاً به کاهش عملکرد دانه منجر شد. برای هر سه تیمار آبیاری، شیب خط رگرسیونی، از معادله درجه دوم تبعیت کرد که ضریب تبیین مناسب آنها (جدول ۳) بیانگر توانایی این خطوط در برآورد مناسب روند تغییرات بود. از جمله سازگاریهای گیاه در شرایط کم آبیاری، کاهش سطح برگ به منظور کاهش تعرق است (Pandey and Agarwal, ۲۰۰۰). لوله ای کردن و کاهش سطح برگ از یک سو سطح فعال فتوسنتزی را کاهش داده (Fernandez and

(Castello, ۱۹۹۹)، از سوی دیگر با افت محتوی نسبی آب برگ زمینه کاهش فتوسنتز در واحد سطح برگ را فراهم می کند (Denmead and Shaw, ۱۹۹۰).

(Traore *et al.*, ۲۰۰۰) معتقد است که در شرایط کم آبیاری و یا قطع آبیاری، شاخص سطح برگ تغییرات چندانی نمی کند و تحت تاثیر عامل تنش زا قرار نمی گیرد. در آزمایش اخیر بیشترین تفاوتی که در شاخص سطح برگ بین تیمارها مشاهده شد، مربوط به انتهای دوره رشد بود که در آن بوته های تحت تنش، سطح برگ خود را زود تر از دست دادند.

جدول ۳- معادلات رگرسیونی و ضرایب تبیین منحنی شاخص سطح برگ برای سطوح مختلف آبیاری

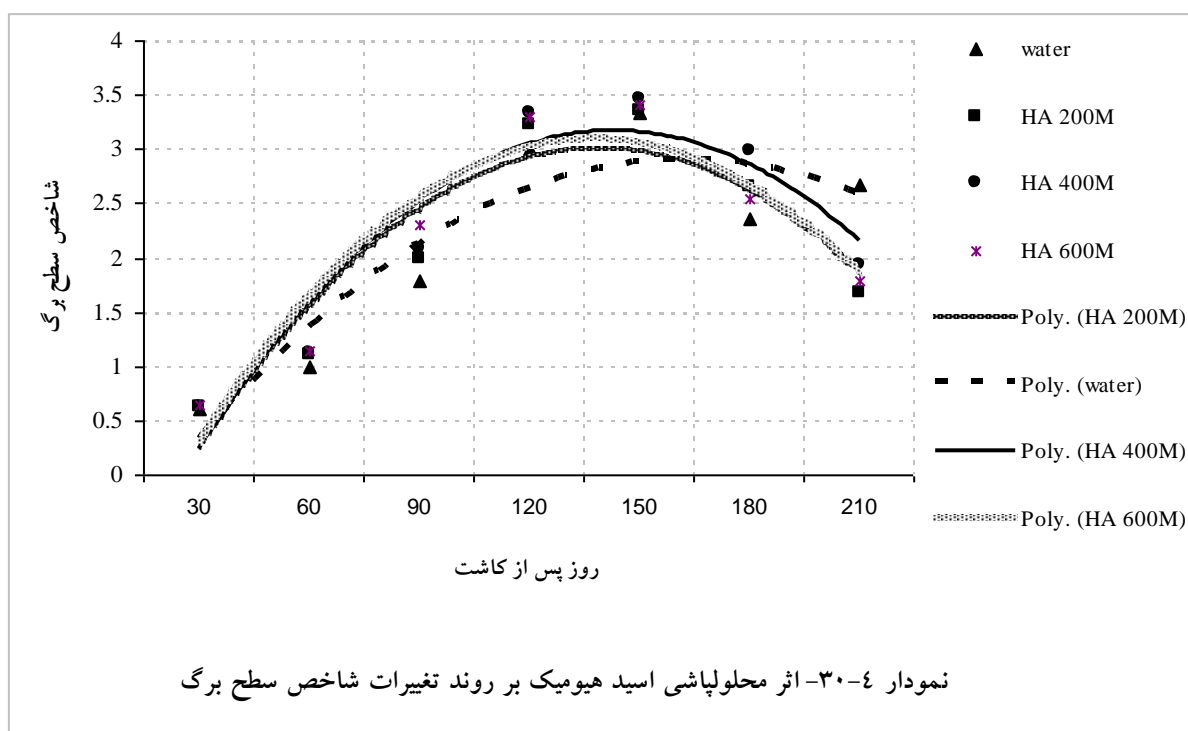
$R^2$	معادله رگرسیون regration equation	تیمار treatment
۰,۹۰۳۲	$y = -۰,۱۲۲۷x^2 + ۱,۴۱۸x - ۰,۹۸۴۳$	آبیاری نرمال Normal irrigation
۰,۸۰۷۸	$y = -۰,۱۶۰۱x^2 + ۱,۶۷۵۶x - ۱,۳۱۱۴$	تنش خفیف light stress
۰,۷۹۲۶	$y = -۰,۱۷۵۸x^2 + ۱,۷۷۸x - ۱,۴۶۱۹$	تنش شدید severe stress

در تحقیق حاضر به منظور بررسی ارتباط بین روند رشد برگها (به عنوان اندامهای اصلی فتوسنتزی گیاه) با تولید و تعیین اثر اسید هیومیک بر این روند، تغییرات شاخص سطح برگ نسبت به روزهای پس از کاشت تا رسیدگی گندم مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور در کلیه تیمارها از ابتدای دوره، نمونه برداری از برگهای کل بوته در فواصل زمانی مشخص از زمان کاشت (فواصل ۳۰ روزه) تا زمان رسیدگی محصول به تعداد ۶ و ۷ نمونه (با توجه به زودرسی محصول در برخی تیمارها) انجام گرفت و در هر زمان مساحت برگهای هر نمونه با استفاده از دستگاه سطح برگ سنج پورتابل اندازه گیری و ثبت شد. نقاط روی نمودار شماره ۲، مقادیر سطح برگ در هر زمان نمونه برداری برای هر تیمار را نشان می دهد. بر این اساس خطوط رگرسیونی مربوط به هر تیمار رسم و معادله مربوطه نیز بسط یافت. همانگونه که مشاهده می شود با توجه به ضریب تبیین بالای هر یک از خطوط، معادله پلی نومیال درجه دوم بهترین توجیه کننده تغییرات شاخص سطح برگ بر حسب روزهای پس از کاشت تا رسیدگی دانه به نظر رسید.

$$LAI = ax^2 + bx + c$$

در این معادله LAI یا شاخص سطح برگ (به عنوان متغیر وابسته) و X تعداد روز از زمان کاشت (به عنوان متغیر مستقل) و a، b و c به عنوان ضرایب معادله می باشند. تغییرات کلی شاخص سطح برگ گندم در هر چهار سطح محلول پاشی نیز از روند یکسانی تبعیت کرد، با این حال در هر سه غلظت محلول پاشی، اسید هیومیک حدوداً از دو ماه پس از کاشت (اواسط پنجه زنی) موجب افزایش قابل توجه سرعت رشد برگها همزمان با افزایش رشد عمومی گیاه گردید. خط نقطه چین که مربوط به تیمار محلول پاشی با آب خالص است بطور مشخص در محدوده ای پایینتر از سه منحنی دیگر قرار دارد و بیانگر سرعت تولید و رشد کندتر برگها در این تیمار می باشد. روند سریعتر تولید و رشد برگها، در اثر محلول پاشی، در طی فصل رشد ادامه یافت و موجب شد تا در هر سه سطح محلول پاشی حداکثر شاخص سطح برگ در مدت زمان کوتاهی در مقایسه با شاهد تولید گردد و از سویی میزان شاخص سطح برگ در این زمان نیز برای هر سه تیمار محلول پاشی بیش از شاهد بود. در این میان تیمار محلول پاشی با غلظت ۴۰۰ میلی گرم در لیتر، روند تولید و رشد

سریع تری داشته و از حداکثر شاخص سطح برگ بالاتری نیز برخوردار بود ولی تفاوت معنی داری با غلظت ۶۰۰ میلی گرم در لیتر نداشت. این ویژگی باعث شد تا با فراهمی شرایط مناسب برای گیاه از قبیل حداکثر جذب نور و نیز فتوسنتز بیشتر، در مقایسه با تیمار شاهد، موجبات افزایش سنتز بیشتر اسیمیلاتها و افزایش انتقال مواد به اندامهای زایشی گیاه فراهم گردید که نتیجه آن تعداد خوشه بیشتر در واحد سطح و وزن هزار دانه بالاتر و در نهایت عملکرد دانه برتر بود. دومین نکته قابل تامل در نمودار مذکور توجه به زمان آغاز رشد زایشی می باشد که در هر سه تیمار محلول پاشی سریعتر اتفاق افتاد و سهم این فاز را از کل دوره رشد افزایش داد و این امر با فراهم آوردن فرصت مناسب برای پر شدن دانه ها عملکرد را افزایش داد.



جدول ۴- معادله رگرسیونی و ضرایب تبیین منحنی شاخص سطح برگ برای سطوح محلول پاشی اسید هیومیک

Table 4- regression equations and coefficients of LAI curve for different levels of humic acid spraying

$R^2$	معادله رگرسیون regression equation	تیمار treatment
۰,۹۲۵۶	$y = -۰,۰۹۸x^2 + ۱,۳۱۰۲x - ۰,۷۳۳۶$	محلول پاشی با آب خالص pure water spraying
۰,۹۱۳۲	$y = -۰,۱۰۶۱x^2 + ۱,۳۵۹۸x - ۰,۹۸۷۶$	محلول پاشی غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر (۲۰۰ mg/l spraying)
۰,۸۵۹۱	$y = -۰,۱۷۷۲x^2 + ۱,۷۶۲۹x - ۱,۳۲۱۶$	محلول پاشی غلظت ۴۰۰ میلی گرم در لیتر (۴۰۰ mg/l spraying)
۰,۸۵۹۱	$y = -۰,۱۸۶۹x^2 + ۱,۸۲۲۲x - ۱,۳۶۸۷$	محلول پاشی غلظت ۶۰۰ میلی گرم در لیتر (۶۰۰ mg/l spraying)

به نظر می رسد که دومین مرحله محلول پاشی اسید هیومیک در زمان شروع گلدهی، از طریق افزایش طول عمر برگها و بالا بردن ماندگاری سطح سبز گیاه سبب تامین بیشتر نیاز دانه و در نتیجه افزایش عملکرد نهایی گردید ضمن آنکه آغاز ریزش برگها در تیمار آبیاری نرمال نیز بطور مشخصی سریعتر رخ داد. برای هر چهار تیمار محلول پاشی، شیب خط رگرسیون، از معادله درجه دوم تبعیت کرد که ضریب تبیین بالا (جدول ۴) بیانگر توانایی این خط در برآورد مناسب روند تغییرات بود.

## نتیجه گیری

به نظر می رسد که مصرف اسید هیومیک بصورت محلول پاشی در طی دو مرحله مهم از رشد گندم یعنی ورود گیاه به مرحله ساقه دهی و نیز ورود به مرحله گلدهی از طریق فراهمی شرایط سریع تر برگها و افزایش رشد کلی بوته و نیز افزایش دوام و ماندگاری برگها و افزایش توانایی گیاه در جذب عناصر غذایی بویژه دو عنصر مهم و ضروری فسفر و نیتروژن می تواند به تولید بیشتر در شرایط آبیاری نرمال و کاهش خسارت ناشی از تنش خشکی کمک نماید. بنابراین کاربرد آن بصورت محلولپاشی با توجه به هزینه ناچیز آن در سطح وسیع به کشاورزان توصیه می گردد.

## فهرست منابع

- آقائی سربرزه، م.، ر. رجبی، ر. حق پرست و ر. محمدی، ۱۳۸۸. بررسی ژنوتیپهای گندم نان با استفاده از صفات فیزیولوژیک و شاخصهای تحمل به خشکی. نهال و بذر، جلد ۲۴، شماره ۳.
- آمار نامه کشاورزی، ۱۳۸۹. غلات در آینه آمار، معاونت برنامه ریزی و بودجه وزارت کشاورزی، اداره کل آمار و اطلاعات کشاورزی.
- بیدلی، ن. ۱۳۷۷. بررسی ارزش نانوایی و زمان ماندگاری نان ارقام مختلف گندم آبی استان خراسان. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی علوم و تحقیقات تهران، ۹۷ صفحه.
- پل شکن پهلوان، م.، ر.، س. ع. موحدی نائینی، غ. ر. اعتصام و غ. ع. کیخا، ۱۳۸۶. تاثیر روش های مختلف کاشت و مقادیر مختلف آبیاری بر رشد و عملکرد گیاه گندم، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد چهاردهم، شماره پنجم.
- سبزواری، س.، ح. ر. خزاعی و م. کافی. ۱۳۸۸، اثر اسید هیومیک بر رشد ریشه و بخش هوایی ارقام سایونز و سبلان گندم، مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) جلد ۲۳، شماره ۲، صفحه ۸۷-۹۴.
- سماوات، س.، ملکوتی، م. سلسپور، م. ۱۳۸۴. تولید و استفاده از اسیدهای آلی برای افزایش کمی و کیفی محصولات شاورزی. نشریه فنی، شماره ۴۶۳. انتشارت سنا، تهران، ایران.
- سیدشرفی، ر.، فرزانه، س.، ساعدنیا. ۱۳۸۸. بررسی اثر مقادیر مختلف سولفات روی ( $ZnSO_4$ ) در بهبود خصوصیات کمی و کیفی ارقام گندم
- قربانی، ص.، ح. ر. خزاعی، م. کافی، و م. بنایان اول، ۱۳۸۹، اثر کاربرد اسید هیومیک در آب آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت، نشریه بوم شناسی کشاورزی جلد ۲، شماره ۱، بهار ۱۳۸۹، صفحه ۱۲۳
- هاشمی دزفولی، ا.، ع. کوچکی و م. بنایان اول. ۱۳۷۵. افزایش عملکرد گیاهان زراعی. جهاد دانشگاهی مشهد.
- Alexandrova I. V. ۱۹۷۷. Soil organic matter and the nitrogen nutrition of plants. Soil Science, ۹: ۲۹۳-۳۰۱
- Ayuso, M., Hernandez, T., and Pascual, J. A. ۱۹۹۶. A comparative study of the effect on barley growth of humic substances extracted from municipal wastes and from traditional organic materials ۲۴: ۴۹۳ - ۵۰۰
- Denmead, O. T., and R. H. Shaw. ۱۹۹۰. The effects of soil moisture stress at different stages of growth on yield of corn. Agron. J. ۵۲: ۲۷۲-۴.
- Fernandez, G. C. J., and K. J. Castello. ۱۹۹۹. Water status and leaf area production in water and nitrogen stressed cotton. Crop Sci. ۳۶: ۱۲۲۴-۱۲۳۳.
- Fischer, R. A. and R. Mauver. ۱۹۷۸. Drought resistance in spring wheat cultivars . I . Grain yield response . Aust. J. Agric. Res. ۲۲ : ۸۹۷- ۹۱۲
- Gabriella, A., Daniel , L., Calderini, F., and Slaffer, C. A., ۲۰۰۳ Genetic improvement of barley yield potential and physiological determinants in Argentina(۱۹۴۴-۱۹۹۸). Springer Netherland . ۱۳۰: ۳۲۵- ۳۳۴

- Gooding, M. J., R. H. Ellis, P. R. Shewry and J. D. Schofield. ۲۰۰۳. Effects of restricted water availability and increased temperature on grain filling, drying and quality of winter wheat. *J. of Cereal Sci.* ۳۷:۲۹۵-۳۰۹.
- Grossl, P., and C. Mackowiak. ۱۹۹۹. Use of soluble organic matter to promote plant nutrient availability in biore-generative life support systems. ۲۹th International Conference on Environmental Systems. Denver, Canada
- Harper, S. M., I. Kerven, D. G. Edwards and Z. Ostatek Boczyski, ۲۰۰۰. Characterization of fulvic and humic acids from leaves of eucalyptus *comaldulensis* and from decomposed hay. *Soil Biochem.* ۳۲:۱۳۳۱-۱۳۳۶
- Kauser A., and Azam F. ۱۹۸۵. Effect of humic acid on wheat seedling growth. *Environmental and Experimental Botany*, ۲۵:۲۴۵ – ۲۵۲.
- Kelting M., Harris J. R., Fanelli J., and Appleton B. (۱۹۹۸). Biostimulants and soil amendments affect two-year posttransplant growth of red maple and Washington hawthorn, *HortScience*, ۳۳:۸۱۹-۸۲۲.
- Liu C., and Cooper R. J. (۲۰۰۰). Humic substances influence creeping bentgrass growth. *Golf Course Management*, ۴۹-۵۳.
- Liu C., Cooper R. J., and Bowman D. C. (۱۹۹۶). Humic acid application affects photosynthesis, root development, and nutrient content of creeping bentgrass. *Crop Sci.* ۲۹: ۱۲۳-۱۲۹
- Mackowiak, C. L., Grossl, P. and Bugbee, B. ۲۰۰۱. Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. *Soil Sci. J.* ۶۵:۱۷۴۴-۱۷۵۰
- Morgan, J. M. ۱۹۸۹. Physiological traits for drought resistance. In *drought Resistance in cereals*, pp.۵۳-۶۴. Wallingford, oxon: cab International .
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. and Vianello, A. ۲۰۰۲. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology & Biochemistry* ۳۴: ۱۵۲۷-۱۵۳۶
- Pandey, R., and R. M. Agarwal. ۲۰۰۰. Water stress – induced changes in proline contents and Nitrate Reductase Activity in Rice under Light and dark conditions. *Physiol. Mol. Biol. Plants* . ۴ : ۵۳ -۵۷.
- Samavat, S., and Malakooti, M. ۲۰۰۶. important use of organic acid (humic and fulvic) for increase quantity and quality agriculture productions. *Water and soil researchers technical issue* ۴۶۳: ۱-۱۳.
- Sanchez-Conde M. P., Ortega C. B., and Perz Brull M. I. (۱۹۷۲). Effect Of humic acid on sugar beet in hydroponic culture. *Arales de edafologia Y?i/grobiology*, ۳۱:۳۱۰-۳۳۱.

- Sebahattin, A., and Necdet C., ۲۰۰۵. Effects of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield of forage Turnip (*Brassica rapa L.*). *Agronomy. Journal*, ۴:۱۳۰-۱۳۳.
- Souza, E., M. Kruk and D. W. Sunderman. ۱۹۹۴. Association of Gsugar-snap cookie quality with high molecular weight glutenin alleles in soft white spring wheats. *Cereal Chem.* ۷۱:۶۰۱-۶۰۵.
- Tan, K. H. ۲۰۰۳. *Humic Matter in Soil and the Environment*. Marcel Dekker, New York.
- Xudan X. (۱۹۸۶). The effect of foliar application of fulvic acid on water use, nutrient uptake and wheat yield. *Aust. Journal. Agric. Res.*, ۳۷:۳۴۳-۳۵۰.



## **Effects of humic acid spraying on yield and yield components of wheat in drought stress condition**

### **Abstract**

An experiment was conducted in order to evaluate the effects of humic acid spraying on grain yield and yield components of wheat, in agricultural research and natural resources center of Tehran province, in ۲۰۱۰-۱۱. A split-plot layout within randomized complete block design with three replications were used. Main plots were three irrigation treatments contains of normal irrigation, non-irrigation at start of flowering stage (light stress) and non-irrigation at start of grain filling stage (severe stress), and sub plots were four levels of humic acid spraying (spraying with pure water, humic acid spraying with ۲۰۰, ۴۰۰ and ۶۰۰ mg/l concentration). The result showed that, all of yield components except plant height and peduncle length affected significantly by drought stress on reproductive growth stage. The grain yield was significantly affected by Both light and severe stress treatments. The grain yield was decreased by ۱۵,۴% and ۳۰,۹% for light and sever stress respectively. Humic acid spraying increased growth rate and leaf production and also accelerated maximum LAI achievement. The grain yield increased with humic acid spraying for all three concentrations but, this was only significant in ۶۰۰ mg/l. Protein and phosphorous percentage increased significantly with humic acid spraying.. Polynomial equation for LAI changes manner, showed that the maximum LAI was achieved in higher amount and erlier time for normal irrigation and higher concentration of humic acid.

*Key words:* Wheat, Drought stress, Humic acid spraying, Protein, phosphorous