تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک/ جلد سوم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۴۰۰، ص ۲۰۶-۱۸۹

مقاله پژوهشی

# بررسی نقش اسید هیومیک بر کاهش اثرات تنش خشکی در انیسون (*Pimpinella anisum* L.)

مهدی بابائیان[1*]، جلیل تقدیسی[2]، محمد خیرخواه[1]، مصطفی جعفریان[4]

۱- دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه بجنورد، بجنورد، ایران
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه بجنورد، بجنورد، ایران
۳- گروه مهندسی کشاورزی، دانشگاه فنی و حرفه ای، تهران، ایران

* مسئول مکاتبه: Mahdibbn@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰ /۰۸/۰۷ **DOI: 10.22034/CSRAR.2021.296682.1107**

## چکیده

این پژوهش با هدف بررسی واکنش انیسون به وقوع تنش خشکی در مراحل متفاوت رشد و نیز تأثیر اسید هیومیک در کاهش اثرات تنش خشکی و بهبود خصوصیات رشدی گیاه در شرایط آب و هوایی شهرستان قوچان انجام شد. به این منظور آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۹ انجام شد. تیمار آبیاری به عنوان عامل اصلی در ۴ سطح، مصرف اسید هیومیک به عنوان عامل فرعی در ۳ سطح ($H_1$، $H_2$ و $H_3$) در نظر گرفته شد. مطابق نتایج به دست آمده، قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی و عدم مصرف اسید هیومیک در مقایسه با آبیاری کامل و مصرف ۴ کیلوگرم اسید هیومیک وزن هزار دانه انیسون را به میزان ۲۳/۴۵ درصد کاهش داد. همچنین قطع آبیاری در مراحل ساقه‌دهی، گل‌دهی و دانه‌بندی به ترتیب موجب کاهش ۷/۸۰، ۲۹/۴۶ و ۲۴/۰۸ درصدی عملکرد دانه در مقایسه با شاهد شد. استفاده از اسید هیومیک در هر دو سطح ۲ و ۴ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه را به ترتیب به میزان ۵/۰۱ و ۱۰/۶۴ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد. با توجه به نتایج این پژوهش با وجود مشکل کم‌آبی در منطقه مورد مطالعه، یک راهکار برای رفع این مشکل قطع آبیاری در مرحله قبل از ساقه‌دهی است که می‌تواند به کاهش مصرف آب در تولید انیسون منجر شود. همچنین کاربرد اسید هیومیک به میزان ۴ کیلوگرم در هکتار اثرات منفی تنش خشکی را در مراحل رشد رویشی و زایشی به‌طور قابل‌توجهی جبران خواهد کرد.

**واژه‌های کلیدی:** عملکرد، کمبود آب، کود آلی، گیاه دارویی

## مقدمه

انیسون (*Pimpinella anisum* L.) از گونه‌های دارویی معطر خانواده چتریان است که به واسطه داشتن اسانس در دانه مورد توجه صنایع داروسازی، بهداشتی و غذایی است. گیاهان داروئی از گذشته‌های دور به لحاظ جنبه‌های اقتصادی و داروئی حائز اهمیت بوده و جزء منابع مهم درآمدزایی کشور محسوب می‌شدند که علاوه بر ارزش اقتصادی آن‌ها، قابلیت تطابق با روش‌های کشت ارگانیک را دارند و همین مسئله باعث شده تمایل تولیدکنندگان به کشت و کار این گیاهان افزایش یابد (Salehi *et al*., 2011). یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های سال‌های اخیر به‌نژادی گیاهی و پایداری عملکرد محصولات کشاورزی تحت تاثیر تنش‌های محیطی است (Koyro *et al*., 2012). تنش خشکی اساساً ناشی از عدم تعادل بین تبخیر و تعرق با مقدار رطوبت قابل دسترس خاک در محیط ریشه است (Karami *et al*., 2012) که بسته به مدت و شدت آن در گیاهان مختلف، تأثیرات متفاوتی بر جای می‌گذارد. کاهش دسترسی به آب از مهم‌ترین عواملی است که می‌تواند رشد، عملکرد کمی و کیفی را در گیاهان دارویی تحت تأثیر قرار دهد (Zhu *et al*., 2009). در این رابطه برخی از محققان گزارش نمودند اعمال تنش خشکی سبب کاهش عملکرد دانه و افزایش درصد اسانس در گیاه انیسون گردیده است (Heidari *et al*., 2012).

از طرف دیگر اثرات مخرب زیست‌محیطی کشاورزی متداول تحت تأثیر مصرف بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی باعث شده است روزبه‌روز بر اهمیت توجه به کشاورزی پایدار افزوده شود. یکی از ارکان اصلی کشاورزی پایدار، کاهش مصرف

کودهای شیمیایی است که از طریق جایگزینی کودهای آلی در اکوسیستم‌های زراعی میسر خواهد شد (Sharma, 2002). از طرفی اهمیت کاربرد کودهای آلی در کشت و کار گیاهان دارویی که با سلامت انسان در ارتباط هستند باید بیشتر مورد توجه قرار گیرد. یکی از کودهای آلی که در سال‌های اخیر توسط کشاورزان مورد استفاده قرار می‌گیرد اسید هیومیک است. اسید هیومیک یک ماکرومولکول پیچیده آلی و یکی از کودهای پراهمیت در کشاورزی است که در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و ... به دست می‌آید (Rahi *et al*., 2012). اسید هیومیک بـه انحـلال و آزادسـازی عناصـر تثبیـت شـده کمک می‌کند و عناصر اضافی موجود در محـیط را در خـود ذخیره می‌نماید و در زمان مناسب در اختیار ریشه گیاه می‌گذارد (Dalvand *et al*., 2018).

اسـید هیومیـک مـی‌توانـد بـا بهبـود جذب نیتروژن سبب افزایش میزان آنزیم‌هـا، انـواع پـروتئین‌هـا، به‌ویژه آنزیم‌ها و پروتئین‌های شرکت کننده در چرخه فتوسـنتزی نظیر سیتوکروم‌ها، فردوکسین‌ها، پلاستوسیانین و آنزیم رابیسـکو شده و از این طریق رشد گیاه را افزایش دهد (Dordas and Sioulas, 2008). کاربرد اسید هیومیک از طریق افزایش سرعت فتوسنتز، توسعه ریشه گیاه و جذب عناصر مورد استفاده برای گیاه سبب افزایش عملکرد زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) شد (Ghorbani *et al*., 2010). در تحقیقی نیز گزارش شده است که اسید هیومیک در شرایط تنش خشکی سبب افزایش ارتفاع در گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.) گردیده است (Sabouri *et al*., 2018). محققان دیگری در این خصوص نشان دادند که در شرایط تنش خشکی کاربرد ۱/۵ لیتر اسید هیومیک در هر هکتار منجر به بهبود صفات زراعی و عملکرد در گیاه دارویی گاوزبان (*Borago officinalis* L.) شده است (Heydari and Minaei, 2014). بر اساس پژوهش محققی دیگر، اسید هیومیک از طریق تنظیم سطوح هورمون‌ها و بهبود رشد در گیاهان باعث افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی می‌گردد (Nardi *et al*., 2002).

با توجه به اهمیت بررسی تنش خشکی در مراحل مختلف رشد گیاه و توجه به راهکارهای اکولوژیک کاهش اثرات تنش خشکی از طریق کاربرد مواد آلی دوست‌دار محیط‌زیست، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد و نقش اسید هیومیک در کاهش اثرات منفی تنش خشکی و بهبود خصوصیات رشدی گیاه انیسون در شرایط آب و هوایی شهرستان قوچان انجام شد.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه‌ای تجاری واقع در استان خراسان رضوی، شهرستان قوچان با طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۳۱ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۷ دقیقه و ارتفاع ۱۳۳۳ متر از سطح دریا انجام شد. متوسط دما و متوسط بارندگی طی دوره رشد انیسون (خرداد تا شهریور) در این آزمایش به ترتیب ۲۰/۹۷ درجه سانتی‌گراد و ۶/۲۵ میلی‌متر بود. بر مبنای طبقه‌بندی دومارتن اقلیم منطقه از نوع خشک سرد است.

حداقل دما، حداکثر دما، دمای متوسط، بارندگی و ساعات آفتابی محل انجام آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. طرح آزمایشی مورد استفاده به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. عامل اصلی آزمایش، تیمار آبیاری در ۴ سطح آبیاری کامل، قطع آبیاری در مراحل ساقه‌دهی، گل‌دهی و دانه‌بندی و عامل فرعی اسید هیومیک در ۳ سطح (صفر، ۲ و ۴ کیلوگرم هیومکس-WGS 95) بودند. آماده‌سازی زمین با انجام شخم، دیسک و تسطیح قبل از کاشت صورت گرفت. کرت‌های آزمایشی شامل ۸ ردیف کاشت به طول ۲ متر، فاصله بین ردیف‌های کاشت ۳۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. هم‌چنین به منظور جلوگیری از نشت آب به کرت‌های مجاور، فاصله کرت‌های اصلی از یکدیگر ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین دو بلوک، ۱ متر لحاظ گردید. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۲ ذکر شده است.

جدول ۱- حداقل دما، حداکثر دما، دمای متوسط، بارندگی و ساعات آفتابی محل انجام آزمایش
Table 1- Min temperature, Max temperature, Ave. temperature, rainfall and sunny hours of the experimental site

| | حداقل دما Min temperature (°C) | حداکثر دما Max temperature (°C) | متوسط دما Ave temperature (°C) | میزان بارندگی Rainfall (mm) | رطوبت نسبی Relative humidity (%) | ساعات آفتابی Sunny hours (h) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| فروردین March-April | 5.05 | 16.69 | 10.87 | 135 | 80.66 | 185.90 |
| اردیبهشت April-Mey | 8.47 | 24.17 | 16.32 | 46 | 64.89 | 305 |
| خرداد May-June | 13.11 | 31.36 | 22.23 | 1.5 | 40.51 | 336 |
| تیر June-July | 14.98 | 31.74 | 23.36 | 13.20 | 43.23 | 239 |
| مرداد July-Aguest | 13.86 | 29.27 | 21.56 | 9.70 | 49.02 | 332 |
| شهریور Aguset-September | 7.53 | 25.98 | 16.75 | 0.61 | 43.59 | 314.9 |

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش
Table 2- Physicochemical properties of soil experiment site

| بافت خاک Soil texture | پتاسیم Potassium (mg/kg) | فسفر Phosphorus (mg/kg) | نیتروژن Nitrogen (mg/kg) | شن Sand (%) | سیلت Silt (%) | رس Clay (%) | اسیدیته Acidity (%) | شوری Salinity (dS/m) | عمق Depth (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Silt | 320 | 60 | 1.88 | 33 | 47 | 20 | 7.35 | 0.89 | 0-30 |

کشت بذور انیسون از توده محلی قوچان در ۱۵ خرداد ۱۳۹۹ در عمق ۳ سانتی‌متری به روش دستی انجام شد. علف‌های هرز در طول فصل رشد به روش وجین دستی کنترل شد. برداشت نهایی ۱۱۰ روز پس از کاشت در تاریخ ۵ مهرماه پس از حذف ۵۰ سانتی‌متر از هر طرف به‌عنوان اثر حاشیه‌ها در هر واحد آزمایشی انجام گرفت. کود هیومکس در مراحل ابتدای رشد رویشی و قبل از ساقه رفتن همراه با آب آبیاری میزان ۲ و ۴ کیلوگرم در هکتار از منبع هیومکس-WGS 95 با ۶۰ درصد اسید هیومیک و ۵ درصد اسید فولویک و ۱۰ درصد پتاس استفاده شد. برای اعمال تیمارهای آبیاری، آبیاری کامل از تاریخ ۱۵ خرداد به طور منظم با مدار ۱۰ روز تا زمان رسیدگی کامل گیاه در تاریخ ۳۰ شهریور انجام شد و تیمارهای قطع آبیاری بر اساس مراحل فنولوژیک انجام شد. به این منظور یک نوبت قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی در تاریخ ۱۰ مرداد (۵۵ روز پس از کاشت)، یک نوبت قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی در تاریخ ۳۱ مرداد (۷۶ روز پس از کاشت) و یک نوبت قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی در تاریخ ۲۱ شهریور (۹۷ روز پس از کاشت) اعمال گردید. صفات اندازه‌گیری شده شامل: عملکرد دانه، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک، تعداد دانه در چترک، سطح برگ، کلروفیل برگ، و درصد اسانس بود. سطح برگ با استفاده از دستگاه LAI متر اندازه‌گیری شد و میزان کلروفیل توسط دستگاه کلروفیل‌سنج (SPAD) ثبت گردید. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

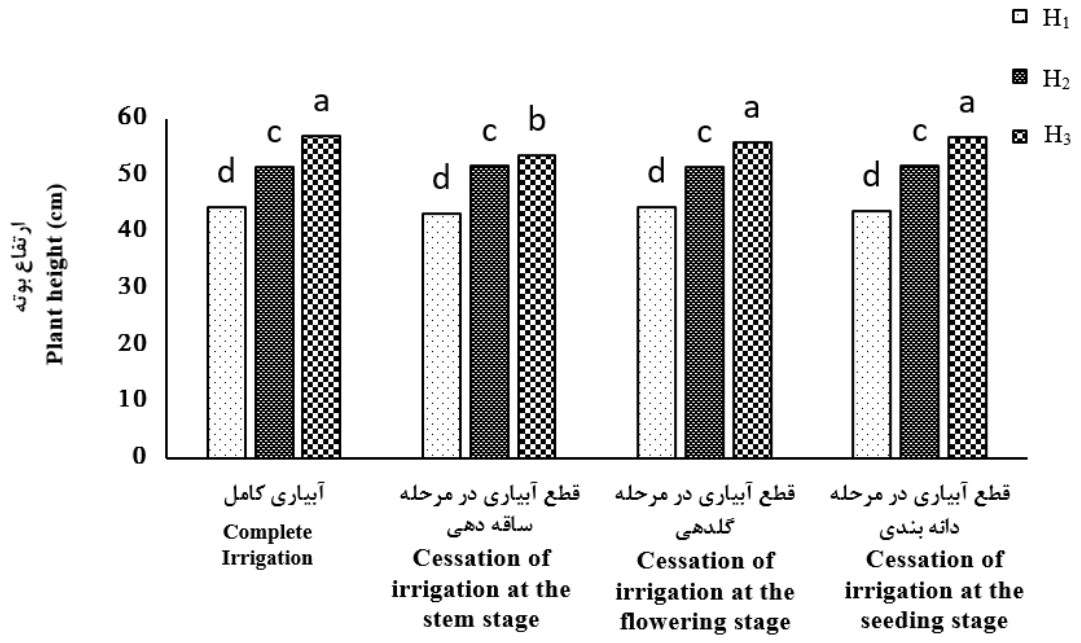
## نتایج و بحث

### ارتفاع بوته

نتایج نشان داد ارتفاع بوته تحت تأثیر اسید هیومیک ($p\leq0.01$) و اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک ($p\leq0.05$) قرار گرفت اما اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۳). در تیمارهای آبیاری کامل، قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی و قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی، بیشترین میزان ارتفاع بوته همراه با مصرف ۴ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک به ترتیب با میانگین ۵۵/۱۲ و ۵۶/۱۰ و ۵۵/۰۲ سانتی‌متر به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند و کمترین ارتفاع بوته نیز در تیمارهای آبیاری کامل، قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی، قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی و قطع

آبیاری در مرحله دانه‌بندی در شرایط عدم مصرف اسید هیومیک به ترتیب با میانگین ۴۴/۲۰، ۴۳/۳۵ و ۴۳/۴۵ و ۴۴/۰۵ سانتی‌متر حاصل شد که اختلاف معنی‌داری نیز بین آن‌ها مشاهده نشد (شکل ۱).

در نتیجه تحقیق، محققانی در این زمینه آمده است، اسید هیومیک از طریق افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو و بهبود فتوسنتز باعث رشد بهتر گیاه و افزایش ارتفاع بوته می‌شود (Sabzevari *et al*., 2009). همچنین محققان دیگری نشان دادند اسید هیومیک از طریق تأثیر بر غشا و در نتیجه بهبود انتقال عناصر غذایی، افزایش سنتز پروتئین و فتوسنتز بر رشد گیاهان تأثیرگذار است (Dalvand *et al*., 2018). نتایج سایر محققان نشان داد، اسید هیومیک از طریق افزایش محتوی نیتروژن گیاه ارتفاع بوته را افزایش می‌دهد (Ayas and Gulser, 2005). از طرف دیگر کاربرد اسید هیومیک به دلیل این‌که غلظت هورمون‌هایی همچون اکسین، جیبرلین و سیتوکینین را افزایش می‌دهد نقش مؤثری در افزایش ارتفاع گیاهان دارد (Abdel-Mawgoud *et al*., 2007). نتایج این پژوهش‌ها نشان می‌دهد اسید هیومیک به کمک فتوسنتز و رشد گیاه و نیز تولید متابولیت‌های ثانویه باعث افزایش مقاومت گیاه می‌شود و با وقوع تنش خشکی در مراحل مختلف، این مکانیسم-ها گیاه را در برابر خسارت وارده و افت عملکرد محافظت می-کنند.




**شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری و اسید هیومیک بر ارتفاع بوته انیسون**

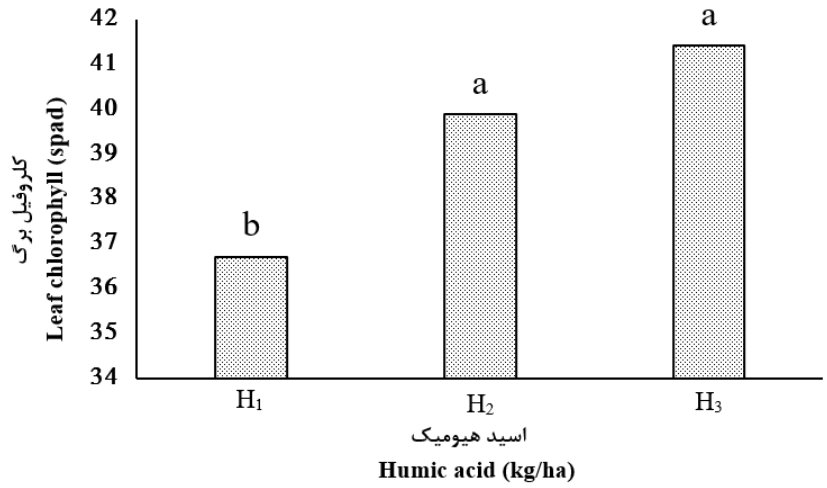
**Figure 1- Mean comparison of anise plant height under interaction effect of irrigation levels and humic acid**

## کلروفیل برگ

میزان کلروفیل برگ انیسون به طور معنی‌داری تحت تأثیر اسید هیومیک ($p\leq0.01$) قرار گرفت اما قطع آبیاری هیچ تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد مصرف ۲ و ۴ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک به ترتیب سبب افزایش ۳/۱۸ و ۴/۷۲ واحد SPAD در کلروفیل برگ نسبت به شاهد شد (شکل ۲).

پژوهشگران دیگری در این حوزه، گزارش نمودند که اسید هیومیک از طریق کلات‌کنندگی عناصر غذایی و قرار دادن آب و مواد غذایی بیشتر در اختیار گیاه سبب افزایش ساخت رنگیزه‌ها در گیاه می‌شود (Nardi., *et al* 2002). در همین رابطه محققی دیگر اعلام کرد که اسید هیومیک سبب افزایش جذب آهن، روی، مس و منگنز می‌شود که جذب آهن و منگنز می‌تواند دلیل مناسبی بر افزایش غلظت کلروفیل برگ باشد (Pazoki, 2016).




**شکل ۲- مقایسه میانگین اثر سطوح اسید هیومیک بر کلروفیل برگ انیسون ($H_1$، $H_2$ و $H_3$ به ترتیب تیمار شاهد، مصرف ۲ و ۴ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار)**

**Figure 2- Mean comparison of anise leaf chlorophyll under humic acid effect ($H_1$, $H_2$, and $H_3$ are control sample, 2kg/ha, and 4kg/ha usage of humic acid respectively)**

## سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان داد سطح برگ انیسون تحت تأثیر آبیاری، اسید هیومیک و همچنین اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک قرار گرفت ($p\leq0.01$). بررسی اثرات متقابل آبیاری و اسید هیومیک بر سطح برگ انیسون نشان داد

بیشترین میزان سطح برگ در بین تمام تیمارها تحت تأثیر تیمار آبیاری کامل+ مصرف ۴ کیلوگرم اسید هیومیک با میانگین ۹۸ سانتی‌مترمربع در بوته به دست آمد و کمترین میزان سطح برگ نیز در تیمار قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی +عدم مصرف اسید هیومیک با میانگین ۵۲ سانتی‌متر مربع در بوته به دست آمد (شکل ۳). بر اساس نتایج این پژوهش قطع آبیاری در مراحل ابتدایی رشد (ساقه‌دهی) تأثیر قابل‌توجهی بر میزان سطح برگ تولیدی در گیاه انیسون داشت به‌طوریکه تیمار قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی+عدم مصرف اسید هیومیک، سطح برگ انیسون را به میزان ۴۶/۹۳ درصد نسبت به تیمار آبیاری کامل+عدم مصرف اسید هیومیک، کاهش داد (شکل ۳). در این بین نقش اسید هیومیک در کاهش اثرات منفی تنش خشکی بسیار حائز اهمیت است به‌طوریکه در شکل ۳ ملاحظه می‌شود کاربرد اسید هیومیک سطح برگ را در تمام تیمارهای آبیاری در مقایسه با عدم مصرف اسید هیومیک افزایش داد به‌طوریکه تیمار آبیاری کامل + مصرف ۴ کیلوگرم در هکتار سطح برگ را نسبت به تیمار آبیاری کامل + عدم مصرف اسید هیومیک به میزان ۱۶/۳۲ درصد افزایش داد. تیمار قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی + مصرف ۴ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک سطح برگ را در مقایسه با قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی + عدم مصرف اسید هیومیک به میزان ۳۷/۳۴ درصد افزایش داد همچنین تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی + مصرف ۴ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک سطح برگ را در مقایسه با قطع آبیاری در مرحله گلدهی + عدم مصرف اسید هیومیک به میزان ۱۶/۶۸ درصد افزایش داد و در تیمار قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی + مصرف ۴ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک سطح برگ در مقایسه با تیمار قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی + عدم مصرف اسید هیومیک به میزان ۱۶/۶۶ درصد افزایش داشت. محققانی گزارش نمودند که در شرایط تنش خشکی، گیاه برای مقابله با تنش تعداد برگ‌ها را کاهش می‌دهد که به دنبال آن سطح برگ و ظرفیت فتوسنتزی گیاه کاهش می‌یابد (Amiri Deh Ahmadi *et al.*, 2012). مشابه این نتایج در گیاه زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) و نعناع (*Japonese mint*) نیز گزارش شده است (Mohammadi *et al.*, 2018 ; Misra and Srivastava, 2000).

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و اجزای عملکرد انیسون تحت سطوح مختلف آبیاری و اسید هیومیک

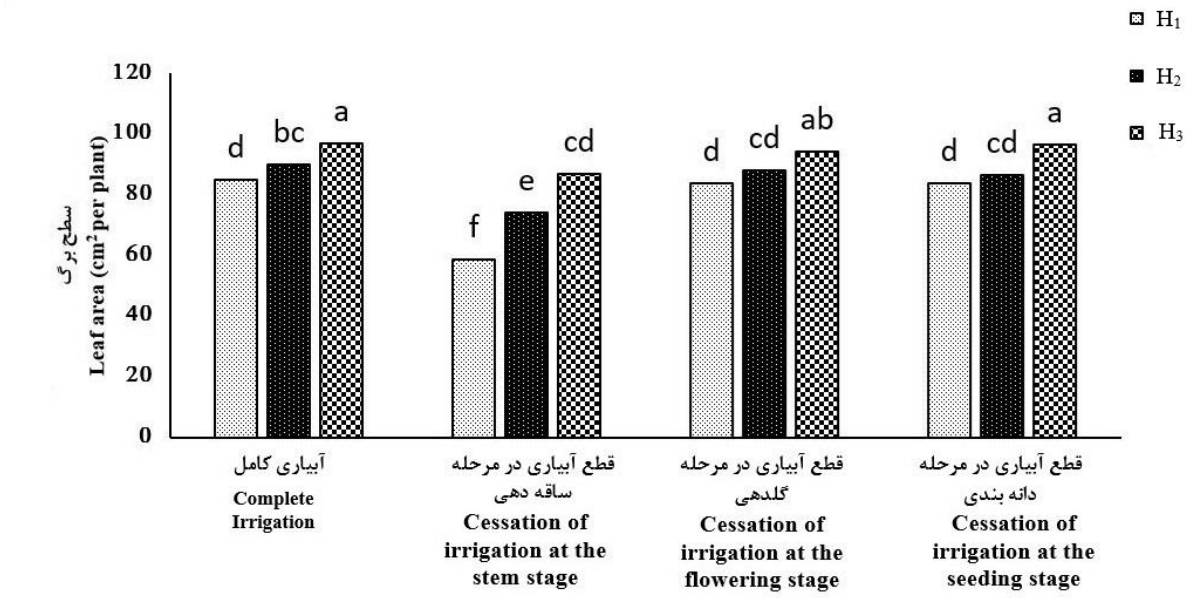
**Table 3- Analysis of variance (mean of squares) for yield and yield components of anise under the effect of irrigation levels and humic acid**

| منابع تغییر S.O.V | درجه آزادی df | ارتفاع بوته Plant height | کلروفیل برگ Leaf chlorophyll | سطح برگ Leaf area | تعداد چتر No. of umbels | تعداد چترک No. of umberets | تعداد دانه در چترک No. of seed per umberets | وزن هزار دانه 1000-Seed weight | عملکرد دانه Seed yield | اسانس Essence |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Replication | 2 | 3.17 | 2.02 | 6.16 | 5.27 | 8.04 | 0.02 | 0.07 | 93.69 | 0.44 |
| آبیاری (A) Irrigation (A) | 3 | 1.59 | 1.10 | 602.11** | 352.05** | 16113.45** | 5.23** | 7.73** | 6008.69** | 0.14 |
| خطای اول First error | 6 | 0.97 | 1.89 | 4.81 | 2.59 | 5.32 | 0.20 | 0.04 | 13.47 | 0.30 |
| اسید هیومیک (B) Humic acid (B) | 2 | 433.74** | 69.64** | 748.94** | 153.72** | 1813.71** | 29.47** | 1.28** | 776.86** | 0.33 |
| آبیاری×اسید هیومیک A× B | 6 | 3.52* | 1.49 | 57.60** | 3.15 | 92.92** | 0.38* | 0.02** | 22.86 | 0.13 |
| خطای دوم Secound error | 16 | 0.89 | 3.88 | 6.58 | 4.06 | 4.64 | 0.13 | 0.014 | 14.73 | 0.12 |
| ضریب تغییرات CV (%) | - | 1.87 | 5.00 | 3.00 | 7.21 | 0.68 | 4.01 | 1.63 | 2.41 | 21.87 |

**: معنی‌دار در سطح ۱٪ ، *: معنی‌دار در سطح ۵٪

*: significant at 5%, **: significant at 1%

در ارتباط با دلایل افزایش سطح برگ تحت تأثیر مصرف اسید هیومیک، گزارش شده است که اسید هیومیک از طریق افزایش میزان نیتروژن موجود در برگ‌ها سبب ماندگاری طولانی‌تر آن‌ها در گیاه شده و افزایش سطح برگ گیاه را موجب می‌گردد (Hosseinian *et al*., 2019). محققان دیگری نیز اعلام کردند که اسید هیومیک از طریق جذب عناصر غذایی توسط گیاه باعث رشد مطلوب اندام‌های هوایی از جمله برگ‌ها می‌گردد (Erkossa *et al*., 2002). در پژوهشی دیگر دلیل افزایش سطح برگ ذرت (*Zea mays* L.) تحت تأثیر کاربرد اسید هیومیک، افزایش تجمع ماده خشک عنوان شد (Ghorbani *et al*., 2010).




**شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری و اسید هیومیک بر سطح برگ انیسون**

**Figure 3- Mean comparison of anise leaf area under interaction effect of irrigation levels and humic acid**

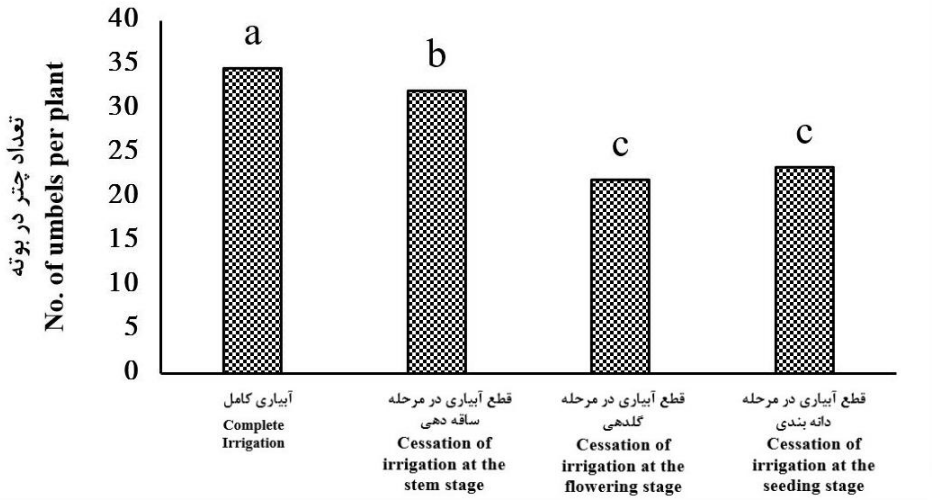
## تعداد چتر در بوته

نتایج نشان داد که آبیاری و اسید هیومیک تأثیر معنی‌داری ($p\leq0.01$) بر تعداد چتر در بوته انیسون داشتند اثر متقابل آن‌ها بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف آبیاری نشان داد بیشترین تعداد چتر در بوته با میانگین ۳۴/۵۵ عدد در شرایط آبیاری کامل به دست آمد که به میزان ۳۶/۶۷ درصد بیشتر از تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی با میانگین بود ۲۱/۸۸ عدد در بوته بود. همچنین قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی نیز با میانگین ۲۳/۳۸ عدد، تعداد چتر در بوته را به میزان ۳۴/۵۵ درصد نسبت به آبیاری کامل کاهش داد. در بین تیمارهای تنش خشکی، قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی (رشد رویشی) کمترین تأثیر منفی را بر تعداد چتر در بوته داشت و در مقایسه با آبیاری کامل فقط ۷/۴۶ درصد از تعداد چتر در بوته تحت تأثیر این تیمار کاسته شد (شکل ۴).

محققان دیگری نیز گزارش کردند وقتی گیاه با خشکی مواجه شود، از شاخ و برگ خود که منابع اصلی تبخیر و تعرق در گیاه هستند، می‌کاهد که همین مسئله باعث کاهش تعداد چتر در بوته انیسون گردیده است (Mohammadi Alborzi *et al*., 2012). پژوهشگران دیگری نیز علت کاهش تعداد چتر در بوته در شرایط تنش خشکی در مرحله گلدهی را مربوط به ریزش گل و سقط دانه‌ها دانستند (Heidari *et al*., 2012).

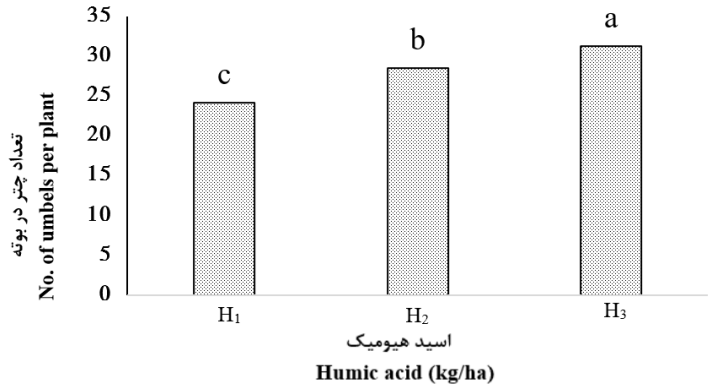
مقایسه میانگین سطوح مختلف اسید هیومیک نشان داد گیاهانی که اسید هیومیک را دریافت نکرده بودند (تیمار شاهد)، کمترین تعداد چتر را با میانگین ۲۴/۱۴ عدد داشتند. کاربرد ۲ و ۴ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک به ترتیب سبب افزایش ۱۷/۸۵ و ۲۹/۴۵ درصد تعداد چتر در بوته نسبت به شاهد شد (شکل ۵). مشابه این نتایج بر روی گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.) گزارش شده است

(Akbari and Gholami, 2015). آن‌ها دلیل افزایش تعداد چتر در بوته با کاربرد اسید هیومیک را به قدرت کلات‌کنندگی این ماده ربط دادند که از این طریق سبب افزایش فتوسنتز و در نتیجه افزایش تعداد چتر در بوته می‌گردد. اثرات اسید هیومیک بر گیاه دارویی زنیان (*Trachyspermum ammi* L.) تحت تأثیر نقش این ماده آلی بر متابولیسم سلول‌های گیاهی، افزایش غلظت کلروفیل برگ، فتوسنتز و افزایش سهولت جذب عناصر غذایی گزارش شده است (Khalesro and Malekian, 2017). نتایج همبستگی نیز نشان داد بین تعداد چتر و ارتفاع بوته ($p\leq0.05$) همبستگی مثبت وجود داشت (جدول ۴).




**شکل ۴- مقایسه میانگین تعداد چتر در بوته انیسون تحت تأثیر سطوح آبیاری**

**Figure 4- Mean comparison of number of umbels per plant of anise under irrigation levels**




**شکل ۵- مقایسه میانگین تعداد چتر در بوته انیسون تحت تأثیر اسید هیومیک ($H_1$، $H_2$ و $H_3$ به ترتیب تیمار شاهد، مصرف ۲ و ۴ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار)**

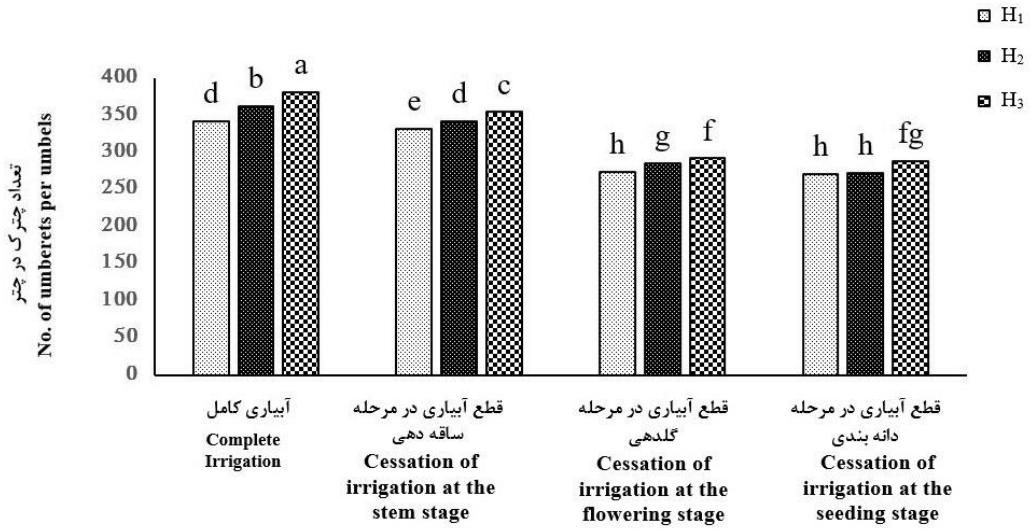
**Figure 5- Mean comparison of anise number of umbels per plant under humic acid effect ($H_1$, $H_2$, and $H_3$ are control sample, 2kg/ha, and 4kg/ha usage of humic acid respectively)**

## تعداد چترک در چتر

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تعداد چترک در انیسون تحت تأثیر آبیاری، اسید هیومیک و اثر متقابل این دو عامل ($p\leq0.01$) قرار گرفت (جدول ۳). بررسی اثرات متقابل نشان داد که استفاده از اسید هیومیک در تمام سطوح آبیاری تعداد چترک در چتر را به‌طور معنی‌داری در مقایسه با عدم مصرف اسید هیومیک افزایش داد. گیاهانی که در شرایط آبیاری کامل، ۴ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک دریافت کردند، بالاترین تعداد چترک در چتر را با میانگین ۳۸۰/۸۳ عدد داشتند و کمترین تعداد در این صفت مربوط به ترکیب تیماری عدم کاربرد اسید

هیومیک در شرایط قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی و نیز عدم کاربرد اسید هیومیک و قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی و همچنین کاربرد ۲ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک در شرایط قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی بود (شکل ۶). همچنین نتایج همبستگی بین صفات نشان داد تعداد چترک با تعداد چتر ($p\leq0.01$) همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۴).

از طرفی مقایسه تعداد چترک ثبت شده در سطوح مختلف آبیاری نشان داد بیشترین تعداد چترک در شرایط بدون تنش به دست آمد به‌طوری‌که تمام سطوح استفاده از اسید هیومیک در شرایط بدون تنش تعداد بالاتر چترک را در مقایسه با سایر تیمارها موجب شدند. مقایسه سطوح مختلف تنش نیز نشان داد قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی کمترین تأثیر را بر این صفت داشت و قطع آبیاری در مراحل رشد زایشی (گل‌دهی و دانه‌بندی) بیشترین تأثیر منفی را بر تعداد چترک در چتر انیسون داشت. این‌طور به نظر می‌رسد که هنگام تأمین آب و مواد غذایی برای گیاهان، رشد رویشی و زایشی مطلوبی رخ می‌دهد و از این طریق رشد اندام‌های زایشی از جمله تعداد چترک در چتر نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد. محققان دیگر نیز بیان داشتند که تنش خشکی سبب کاهش تعداد چترک در گیاه انیسون می‌گردد (Heidari *et al*., 2012). همچنین نتایج این مطالعه نشان داد در تمام سطوح آبیاری افزایش مصرف اسید هیومیک از صفر تا ۴ کیلوگرم در هکتار منجر به افزایش تعداد چتر در چترک شد البته میزان این افزایش در شرایط عدم تنش خشکی بیشتر شرایط اعمال تنش در مراحل مختلف رشد بود. ضمن این‌که گزارش شده است که استفاده از اسید هیومیک سبب افزایش تعداد چترک در گیاه دارویی زنیان گردیده است (Khalesro and Malekian, 2017). برای گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis*) و نیز برای گیاه ماریتیغال (*Silybum marianum*) نیز گزارش شده است که استفاده از اسید هیومیک توانست تعداد چترک در چتر را تا سطح معنی‌داری بهبود بخشد (Mohammadipour *et al*., 2012; Nikbakht *et al*., 2008).




**شکل ۶- مقایسه میانگین تعداد چترک انیسون تحت اثر متقابل سطوح آبیاری و اسید هیومیک**

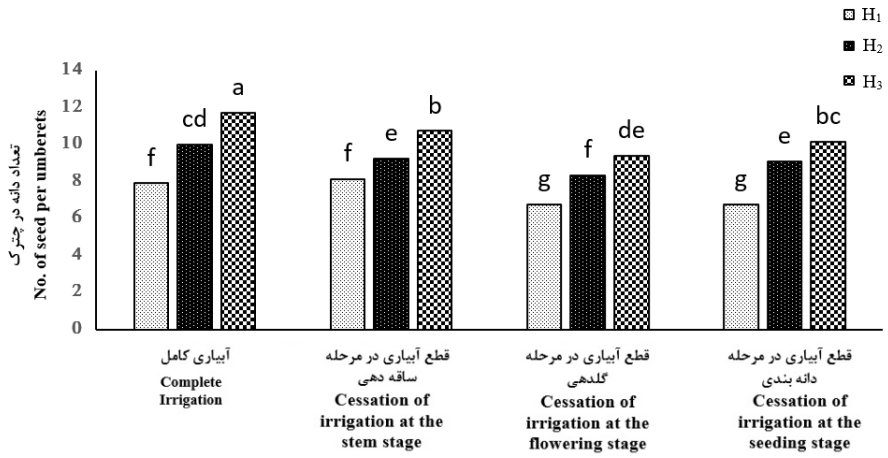
**Figure 6- Mean comparison of anise number of umbelets under interaction effect of irrigation levels and humic acid**

## تعداد دانه در چترک

تعداد دانه در چترک در این پژوهش تحت تأثیر آبیاری ($p\leq0.01$)، اسید هیومیک ($p\leq0.01$) و اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک ($p\leq0.05$) قرار گرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل اسید هیومیک و آبیاری نشان داد در تمام تیمارهای قطع آبیاری و همچنین شاهد، مصرف ۲ و ۴ کیلوگرم اسید هیومیک در مقایسه با عدم مصرف آن باعث افزایش تعداد دانه در چترک شد. در این بین بیشترین تعداد دانه در چترک با میانگین ۱۱/۹

عدد در شرایط آبیاری کامل همراه با مصرف ۴ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک به دست آمد و تیمار قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی همراه با مصرف ۴ کیلوگرم اسید هیومیک با میانگین ۱۰/۷۰ عدد و تیمار قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی همراه با مصرف ۴ کیلوگرم اسید هیومیک با میانگین ۱۰/۲۰ عدد در رتبه دوم قرار داشتند که اختلاف معنی‌داری نیز بین آنها وجود نداشت. کمترین تعداد دانه در چترک نیز در تیمارهای قطع آبیاری در مرحله گلدهی و عدم مصرف اسید هیومیک و تیمار قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی و عدم مصرف اسید هیومیک به ترتیب با میانگین ۶/۲ و ۶/۴ به دست آمد که اختلاف معنی‌داری بین آنها وجود نداشت (شکل ۷). نتایج همبستگی صفات نشان داد تعداد دانه در چترک با وزن هزار دانه، عملکرد، ارتفاع بوته، میزان کلروفیل، سطح برگ، تعداد چتر و تعداد چترک ($p\leq0.01$) ارتباط مستقیم و معنی‌دار داشت (جدول ۴).

محققانی نیز گزارش کردند که وقوع تنش آبی در مرحله گل‌دهی و دانه‌بندی خطرناک است و موجب کاهش تعداد دانه می‌شود (Amiri Deh Ahmadi *et al.*, 2012). وقوع تنش خشکی در مرحله گل‌دهی موجب می‌شود تعداد گل‌هایی که به دانه تبدیل می‌شوند کاهش یابد و این تنش در مرحله دانه‌بندی موجب می‌شود که پر شدن دانه‌ها به‌طور کامل و درست انجام نشود. در تحقیق انجام شده دیگری نیز تنش خشکی موجب کاهش تعداد دانه چترک در گیاه انیسون، گزارش گردید (Heidari *et al.*, 2012). از طرفی این‌طور به نظر می‌رسد که اسید هیومیک غلظت هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد را در گیاه افزایش می‌دهد و همچنین تأمین عناصر غذایی و جذب آن‌ها را در گیاه ارتقا می‌دهد و در نتیجه گیاه را به سمت تولید بیشتر هدایت می‌کند. در پژوهشی گزارش شده است که اسید هیومیک با کلات کردن عناصر ضروری، جذب عناصر را ارتقا می‌دهند و در نهایت باروری و تولید در گیاهان را تا سطح معنی‌داری بالا می‌برند (Sabzevari *et al.*, 2009).




**شکل ۷- مقایسه میانگین تعداد دانه در چترک انیسون تحت اثر متقابل سطوح آبیاری و اسید هیومیک**

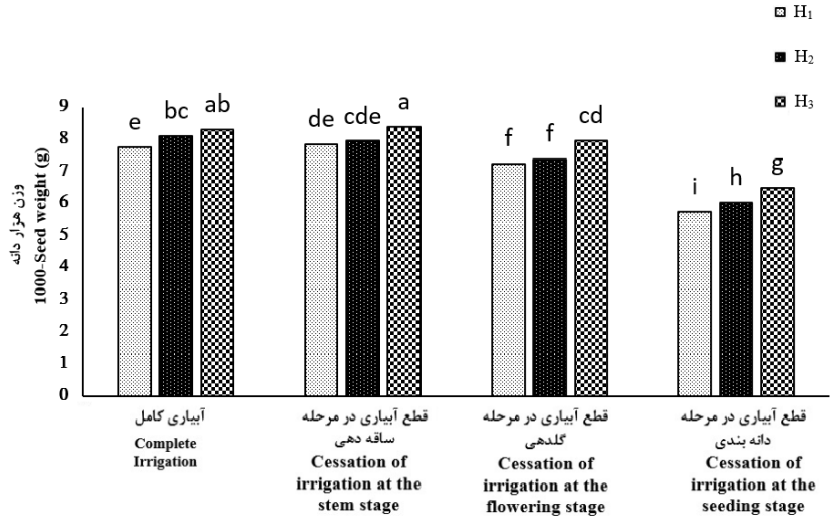
**Figure 7- Mean comparison of number of seeds per umbelets of anise under interaction effect of irrigation levels and humic acid**

## وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر آبیاری ($p\leq0.01$)، اسید هیومیک ($p\leq0.01$) و همچنین اثر متقابل این دو عامل ($p\leq0.01$) بر وزن هزار دانه انیسون معنی‌دار بود (جدول ۳).

نتایج به دست آمده نشان داد در تمام تیمارهای مربوط به تنش استفاده از اسید هیومیک به میزان ۲ و ۴ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش وزن هزار دانه شد و عدم مصرف اسید هیومیک نیز باعث تولید کمترین میزان وزن هزار دانه در هر یک از تیمارهای تنش گردید. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد بیشترین میزان وزن هزار دانه با میانگین ۸/۱ گرم در تیمار قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی و مصرف ۴ کیلوگرم اسید هیومیک به دست آمد که با تیمار آبیاری کامل و مصرف ۴ کیلوگرم اسید هیومیک با میانگین ۸/۰۵ اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین وزن هزار دانه نیز در تیمار قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی و

عدم مصرف اسید هیومیک با میانگین ۶/۲ گرم به دست آمد که نسبت به تیمار عدم اعمال تنش و مصرف ۴ کیلوگرم اسید هیومیک، ۲۳/۴۵ درصد کاهش را شاهد بود (شکل ۸). وزن هزاردانه، وضعیت و طول دوره زایشی هر گیاه را نشان می‌دهد. با آغاز گل‌دهی و مشخص شدن تعداد دانه در بوته، دانه‌ها شروع به دریافت و ذخیره مقادیری از مواد فتوسنتزی می‌کنند. زمانی که در مرحله گل‌دهی تنش رخ می‌دهد به دلیل این‌که طول دوره پر شدن دانه کاهش می‌یابد گیاه با محدودیت منبع روبرو می‌گردد و مواد کمتری به دانه‌ها انتقال خواهد یافت؛ بنابراین هرگونه تنش در این مرحله بر روابط منبع و مخزن می‌تواند تأثیر منفی گذاشته و سبب کاهش وزن دانه‌ها گردد. قطع آبیاری در این مرحله سبب می‌شود رسیدن دانه‌ها تسریع یابد و طول دوره مدت انتقال مواد حاصل از فتوسنتز به دانه‌ها کوتاه شود. این عامل موجب لاغرتر شدن دانه‌ها و در نتیجه کاهش وزن هزار دانه در گیاهان می‌شود. مشابه نتایج تحقیق حاضر را محققانی در انیسون (Heidari *et al*., 2012) ، زیره سیاه (Laribi *et al*., 2009) و زیره سبز (Mohammadi *et al*., 2018) گزارش کردند.

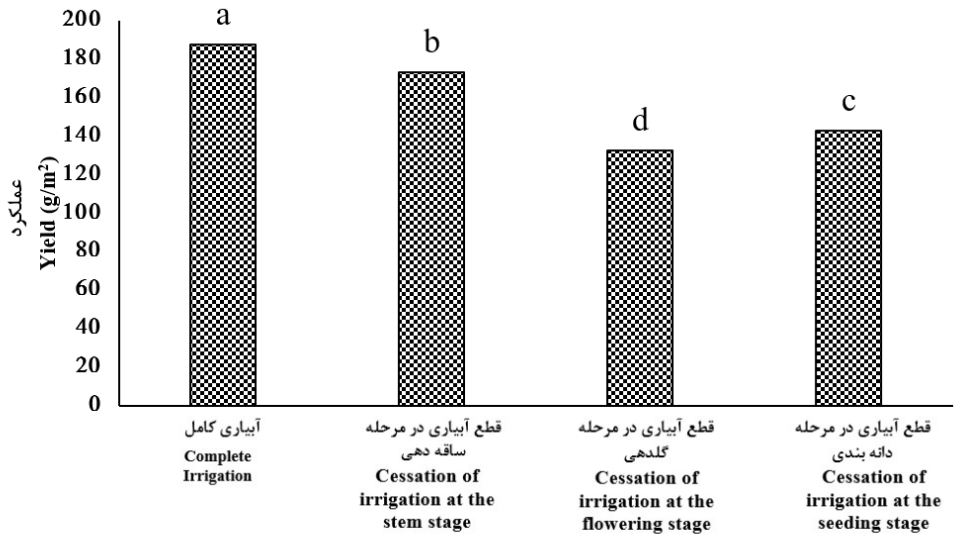



**شکل ۸- مقایسه میانگین وزن هزاردانه انیسون تحت اثر متقابل سطوح آبیاری و اسید هیومیک**

**Figure 8- Mean comparison of anise 1000-seed weight under interaction effect of irrigation levels and humic acid**

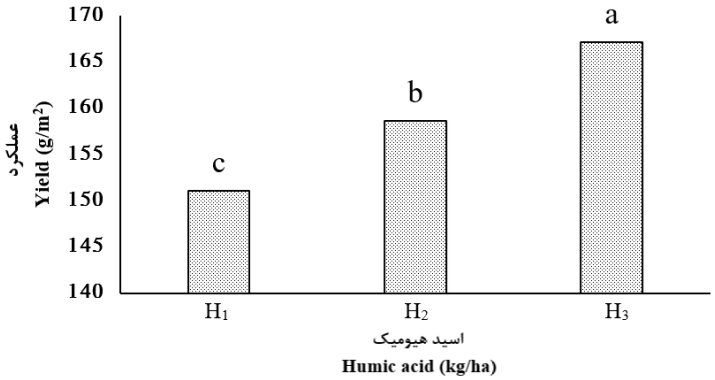
## عملکرد دانه

عملکرد دانه انیسون تحت تأثیر آبیاری ($p\leq0.01$) و اسید هیومیک ($p\leq0.01$) قرار گرفت ولی اثر متقابل آن‌ها بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر آبیاری بر عملکرد دانه (شکل ۹) نشان داد بیشترین عملکرد در آبیاری کامل به دست آمد که معادل ۱۸۷/۷۷ گرم در مترمربع بود. قطع آبیاری در هر سه مرحله سبب کاهش عملکرد شد. قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی سبب کاهش عملکرد تا ۱۷۳/۱۱ گرم در مترمربع شد. زمانی‌که گیاهان، تحت تأثیر قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی قرار گرفتند، کمترین میزان عملکرد را دارا بودند که نسبت به گیاهان شاهد ۲۹/۴۶ درصد کاهش یافت. زمانی‌که در مرحله دانه‌بندی، قطع آبیاری اعمال گردید نیز عملکرد تا سطح ۱۴۲/۵۵ گرم در مترمربع کاهش یافت (شکل ۹). محققان این حوزه همچنین گزارش کردند که تنش خشکی از گرده‌افشانی تا بلوغ فیزیولوژیک موجب می‌شود دوره پر شدن دانه‌ها و همچنین سرعت پر شدن دانه‌ها کاهش یابد و به همین علت وزن دانه‌ها کاهش می‌یابد و در نهایت منجر به کاهش عملکرد می‌شود (Royo *et al*., 2000). در تحقیقی علت کاهش عملکرد گیاهان در تنش خشکی با کاهش ارتفاع گیاه و کاهش سطح برگ مرتبط دانسته شده است (Sreevalli *et al*., 2000). محققانی نیز علت کاهش عملکرد دانه گیاهان در شرایط تنش خشکی را اختلال در عملکرد روزنه‌ها و سیستم فتوسنتزی، تخریب پروتئین‌ها و آنزیم‌ها، کاهش سطح برگ و ریزش گل دانستند (Doupis *et al*., 2013). مشابه تحقیق حاضر، پژوهشگرانی گزارش کردند که تنش خشکی سبب کاهش عملکرد در انیسون می‌گردد (Heidari *et al*., 2012).




**شکل ۹- مقایسه میانگین عملکرد دانه انیسون تحت تأثیر سطوح آبیاری**
**Figure 9- Mean comparison of anise seed yield under effect of irrigation levels**

مقایسه میانگین اثر اسید هیومیک بر عملکرد دانه انیسون (شکل ۱۰) نشان داد کمترین عملکرد دانه با میانگین ۱۵۱/۰۸ گرم در مترمربع در شرایط عدم مصرف اسید هیومیک (شاهد) به دست آمد، همچنین مصرف ۲ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک عملکرد دانه را به ۱۵۸/۶۶ گرم در مترمربع رساند. بیشترین مقدار عملکرد نیز تحت تأثیر مصرف ۴ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک با میانگین ۱۶۷/۱۶ گرم در مترمربع به دست آمد. علت این‌که با کاربرد اسید هیومیک، عملکرد افزایش می‌یابد این است که این ماده سبب افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو و در نتیجه افزایش فعالیت فتوسنتزی در گیاهان می‌گردد و در نهایت سبب می‌شود عملکرد افزایش یابد (Delfine *et al*., 2005). در این خصوص پژوهش‌گرانی نیز گزارش کردند که اسید هیومیک اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله اثر مثبت بر متابولیسم سلولی و میزان کلروفیل برگ در گیاهان دارد و از این طریق موجب افزایش عملکرد در گیاهان می‌گردد (Nardi *et al*., 2002). در پژوهش دیگری نشان داده شده است که اسید هیومیک عملکرد دانه ذرت را به دلیل افزایش سطح برگ و دوام سطح برگ و در نتیجه طولانی‌تر شدن زمان تجمع ماده خشک ارتقا داده است، همچنین اثر متقابل تیمار تنش خشکی و اسید هیومیک بر عملکرد معنی‌داری نبود (Ghorbani *et al*., 2010).




**شکل ۱۰- مقایسه میانگین عملکرد دانه انیسون تحت تأثیر اسید هیومیک ($H_1$، $H_2$ و $H_3$ به ترتیب تیمار شاهد، مصرف ۲ و ۴ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار)**
**Figure 10- Mean comparison of anise seed yield under effect of humic acid ($H_1$, $H_2$, and $H_3$ are control sample, 2kg/ha, and 4kg/ha usage of humic acid respectively)**

جدول ۴- همبستگی بین صفات مورد مطالعه در انیسون

**Table 4- Correlations between traits studied in Anise**

| | ارتفاع بوته<br>Plant height | میزان کلروفیل<br>Amount of chlorophyll | سطح برگ<br>Leaf area | تعداد چتر<br>No. of umbels | تعداد چترک<br>No. of umberets | تعداد دانه در چترک<br>No. of seed per umberets | وزن هزار دانه<br>1000-Seed weight | اسانس<br>essence | عملکرد دانه<br>Seed yield |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ارتفاع بوته<br>Plant height | 1 | | | | | | | | |
| میزان کلروفیل<br>Amount of chlorophyll | 0.76** | 1 | | | | | | | |
| سطح برگ<br>Leaf area | 0.60** | 0.52** | 1 | | | | | | |
| تعداد چتر<br>No. of umbels | 0.38* | 0.25 | 0.08 | 1 | | | | | |
| تعداد چترک<br>No. of umberets | 0.18 | 0.08 | -0.05 | 0.93** | 1 | | | | |
| تعداد دانه در چترک<br>No. of seed per umberets | 0.80** | 0.62** | 0.44** | 0.75** | 0.62** | 1 | | | |
| وزن هزار دانه<br>1000-Seed weight | 0.25 | 0.15 | -0.06 | 0.67** | 0.79** | 0.49** | 1 | | |
| اسانس<br>Essential | -0.28 | -0.35* | -0.37* | -0.15 | -0.006 | -0.18 | 0.09 | 1 | |
| عملکرد<br>yield | 0.23 | 0.10 | 0.01 | 0.92** | 0.95** | 0.65** | 0.63** | 0.09 | 1 |

**: معنی‌دار در سطح ۱٪ ، *: معنی‌دار در سطح ۵٪

*: significant at 5%, **: significant at 1%

بررسی جدول همبستگی بین صفات (که بر مبنای تیمارهای تنش خشکی تنظیم شد)، نشان داد عملکرد دانه انیسون همبستگی بسیار معنی‌داری ($p\leq 0.01$) با صفات تعداد چتر در بوته، تعداد چترک، تعداد دانه در چترک و وزن هزار دانه داشت که در این بین بالاترین میزان همبستگی عملکرد دانه با صفت تعداد چترک در بوته به میزان ۹۵٪ بود. این مسئله نشان می‌دهد افزایش اجزای عملکرد انیسون به طور مستقیم باعث افزایش عملکرد دانه خواهد شد. بررسی وزن هزار دانه نیز نشان داد این صفت با تعداد چتر در بوته، تعداد چترک و تعداد دانه در چترک همبستگی بسیار معنی‌داری داشت. سطح برگ انیسون نیز همبستگی بسیار معنی‌داری ($p\leq 0.01$) با دو صفت ارتفاع بوته و میزان کلروفیل داشت که نشان می‌دهد با افزایش ارتفاع گیاه میزان سطح برگ و همچنین محتوی کلروفیل برگ افزایش می‌یابد. به طور کلی نتایج همبستگی صفات نشان داد عملکرد و اجزای عملکرد انیسون همبستگی مثبت بالایی با هم دارند و افزایش در یکی از آن‌ها تأثیر مثبت مستقیم بر سایر اجزای عملکرد خواهد گذاشت (جدول ۴).

## نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده نشان داد قطع آبیاری در مراحل رشد رویشی، گل‌دهی و دانه‌بندی عملکرد و اجزای عملکرد انیسون را کاهش داد. در این بین قطع آبیاری در مراحل گل‌دهی و دانه‌بندی بیشتر روی صفات زایشی از جمله تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، تعداد دانه در چتر، وزن هزار دانه و عملکرد دانه تأثیر گذاشت. از طرفی مصرف اسید هیومیک به میزان ۲ و ۴ کیلوگرم در هکتار در تمام صفات مورد مطالعه تأثیرگذار بود و عملکرد دانه را به‌طور قابل‌توجهی افزایش داد. مطابق نتایج این پژوهش بالاترین میزان عملکرد و اجزای عملکرد انیسون در شرایط عدم قطع آبیاری به همراه مصرف ۴ کیلوگرم اسید هیومیک به دست آمد و قطع آبیاری در هر یک از مراحل نمو (ساقه‌دهی، گلدهی و دانه‌بندی) باعث کاهش عملکرد و اجزای عملکرد انیسون گردید. با توجه به اهداف این پژوهش که کاهش مصرف آب از طریق قطع آبیاری در مراحل فنولوژیکی گیاه و نیز کاهش اثرات منفی تنش خشکی به کمک مصرف اسید هیومیک بود، نتایج به دست آمده نشان داد که قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی نسبت به قطع آبیاری در مراحل رشد زایشی اثرات منفی کمتری داشت و در صورت بروز مشکل کم‌آبی، قطع آبیاری در مرحله قبل از ساقه‌دهی می‌تواند به‌عنوان یک راهکار جهت کاهش مصرف آب در تولید انیسون مورد توجه قرار گیرد. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد استفاده از اسید هیومیک در هنگام وقوع تنش خشکی باعث کاهش اثرات منفی تنش خشکی گردید، لذا در صورت تغذیه گیاه انیسون با اسید هیومیک به میزان ۴ کیلوگرم در هکتار اثرات منفی تنش در مراحل رشد رویشی و زایشی به‌طور قابل‌توجهی جبران خواهد شد.

## References

**Abdel-Mawgoud, A.M.R., El-Greadly, N.H.M., Helmy, Y.I. and Singer, S.M.** 2007. Responses of tomato plants to different rates of humic-based fertilizer and NPK fertilization. *Journal of Applied Sciences Research*, 3 (2): 169–174.

**Ahmed, Y.M., Shalaby, E.A. and Shanan, N.T.** 2011. The use of organic and inorganic cultures in improving vegetative growth, yield characters and antioxidant activity of roselle plants (*Hibiscus sabdariffa* L.). *African Journal of Biotechnology*, 10 (11): 1988–1996.

**Akbari, I. and Gholami, A.** 2015. Evaluation of mycorrhizal fungi, vermicompost and humic acid on essence yield and root colonization of fennel. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 13 (4): 840–853. (In Persian).

**Amiri Deh Ahmadi, S.R., Rezvani Moghaddam, P. and Ehyaee, H.R.** 2012. The effects of drought stress on morphological traits and yield of three medicinal plants (coriandrum sativum, foeniculum vulgare and anethum graveolens) in greenhouse conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 10 (1): 116–124. (In Persian).

**Arsalan, N., Gürbüz, B., Sarihan, E.O., Bayrak, A. and GÜMÜŞÇÜ, A.** 2004. Variation in essential oil content and composition in turkish anise (*pimpinella anisum* l.) populations. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 28 (3): 173–177.

**Ayas, H. and Gulser, F.** 2005. The effects of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach (Spinacia Oleracea Var. Spinoza). *Journal of Biological Sciences*, 5 (6): 801–804.

**Azarinasrabad, A., Mousavinik, S.M., Galavi, M., Beheshti, S.A.R. and Siroosmehr, A.** 2021. Effect of drought stress at different growth stages on dry matter remobilization in grain sorghum genotypes. *Crop Science Research in Arid Regions*, 2 (2): 167–177. (In Persian).

**Celik, H., Katkat, A.V., Aşık, B.B. and Turan, M.A.** 2010. Effect of foliar-applied humic acid to dry weight and mineral nutrient uptake of maize under calcareous soil conditions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 42 (1): 29–38.

**Dalvand, M., Solgi, M. and Khaleghi, A.** 2018. Effects of foliar application of humic acid and drought stress on growth and physiological characteristics of marigold (Taget erecta). *Journal of Soil and Plant Interactions*, 9 (2): 67–80. (In Persian).

**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 (2): 183–191.

**Dordas, C.A. and Sioulas, C.** 2008. Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. *Industrial Crops and Products*, 27 (1): 75–85.

**Doupis, G., Bertaki, M., Psarras, G., Kasapakis, I. and Chartzoulakis, K.** 2013. Water relations, physiological behavior and antioxidant defence mechanism of olive plants subjected to different irrigation regimes. *Scientia Horticulturae*, 153 (1): 150–156.

**Erkossa, T., Stahr, K. and Tabor, G.** 2002. Integration of organic and inorganic fertilizers: effect on vegetable productivity. *Agricultural Research Centre, Ethiopia*, 82 (1): 247–256.

**Ghorbani, S., Khazaei, H.R., Kafi, M. and Bannayan, A.M.** 2010. Effects of humic acid application with irrigation water on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.). *Agroecology*, 2 (1): 123–131. (In Persian).

**Heidari, M. and Minaei, A.** 2014. Effects of drought stress and humic acid application on quantative yield and content of macro-elements in medical plant borage (*Borago Officinalis* L.). *Journal of Plant Production Research*, 21 (1): 167–182. (In Persian).

**Heidari, N., Pouryousef, M., Tavakkoli, A. and Saba, J.** 2012. Effect of drought stress and harvesting date on yield and essential oil production of Anise (*Pimpinella anisum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 28 (1): 121–130. (In Persian).

**Hosseinian, S.H., Ebrahimipak, N., Yusefi, A. and Egdarnzhad, A.** 2019. Effect of water stress and humic acid foliar application on morpho-physiological characteristics of Satureja hortensis. *Journal of Water and Soil Conservation*, 26 (1): 219–232. (In Persian).

**Kalantari, E., Armin, M. and Marvi, H.** 2021. Effects of irrigation cut-off in different phenological stages on yield and yield components of sesame varieties. *Crop Science Research in Arid Regions*, 1 (5): 151–162. (In Persian).

**Karami, A., Sepehri, A., Hamzei, J. and Salimi, G.** 2012. Effect of nitrogen and phosphorous biofertilizers on quantitative and qualitative traits of Borage (*Borago officinalis* L.) *under water deficit stress*. *Journal of Production Technology*, 11 (1): 37–50. (In Persian).

**Khalesro, S. and Malekian, M.** 2017. Effects of vermicompost and humic acid on morphological traits, yield, essential oil content and component in organic farming of Ajwan (*Trachyspermum ammi* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 32 (6): 968–980. (In Persian).

**Koyro, H.W., Ahmad, P. and Geissler, N.** 2012. Abiotic stress responses in plants: an overview. *Environmental adaptations and stress tolerance of plants in the era of climate change*, 1 (1). 1–28.

**Laribi, B., Bettaieb, I., Kouki, K., Sahli, A., Mougou, A. and Marzouk, B.** 2009. Water deficit effects on caraway (*Carum carvi* L.) growth, essential oil and fatty acid composition. *Industrial Crops and Products*, 30 (3). 372–379.

**Lubbe, A. and Verpoorte, R.** 2011. Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. *Industrial Crops and Products*, 34 (1): 785–801.

**Misra, A. and Srivastava, N.K.** 2000. Influence of water stress on Japanese mint. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 7 (1): 51–58.

**Mohammadi, A., Amini Dehaghi, M. and Fotokian, M.H.** 2018. Effects of humic acid foliar application on the quantitative and qualitative characteristics of cumin (*Cuminum cyminum* L.) under different irrigation regimes. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 34 (1): 101–104. (In Persian).

**Mohammadi Alborzi, M., Safikhani, F., Masoud Sinaki, J. and Abbaszadeh, B.** 2012. The effect of drought on morphological characteristics of anisum (*Pimpinella anisum* L.). *Journal of Plant Ecophysiology*, 4 (10): 14–25. (In Persian).

**Mohammadipour, E., Golchin, A., Mohammadi, J., Negahdar, N. and Zarchini, M.** 2012. Effect of humic acid on yield and quality of marigold (*Calendula officinalis* L.). *Annals of Biological Research*, 3 (11): 5095–5098.

**Mohsen, N.O. and Jalilian, J.** 2013. *(Short technical report);* The effect of plant nutrition on some morphological traits and protin content of safflower under different irrigation regimes. *Journal of Crop Production*, 6 (3): 165–176. (In Persian).

**Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. and Vianello, A.** 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 34 (11): 1527–1536.

**Nikbakht, A., Kafi, M., Babalar, M., Xia, Y.P., Luo, A. and Etemadi, N.** 2008. Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake, and postharvest life of gerbera. *Journal of Plant Nutrition*, 31 (12): 2155–2167.

**Pazoki, A.** 2016. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and humic acid on yield and yield components of basil (*Ocimum basilicum* L.*) under drought stress in Qom region*. *Journal of Agroecology*, 6 (1): 60–80.

**Rahi, A., Davoodi, F.M., Azizi, F. and Habibi, D.** 2012. The study examIned the effects of different amounts of humic acid and response curves In the Dactylis glomerata. *Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 8 (3): 15–28. (In Persian).

**Royo, C., García del Moral, L.F., Aparicio, N., Villegas, D., Casadesús, J. and Araus, J.L.** 2000. Tools for improving the efficiency of durum wheat selection under Mediterranean conditions. *Durum Wheat Improvement in the Mediterranean Region: New Challenges*, 1 (1): 63–70.

**Sabouri, F., Sirousmehr, A. and Gorgini Shabankareh, H.** 2018. Effect of irrigation regimes and application of humic acid on some morphological and physiological characteristics of Savory (*Satureja hortensis* L.). *Iranian Journal of Plant Biology*, 9 (4): 13–24. (In Persian).

**Sabzevari, S., Khazaie, H.R. and Kafi, M.** 2009. Effect of humic acid on root and shoot growth of two wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Water Soil*, 23 (2): 87–94.

**Salehi, A., Ghalavand, A., Sefidkan, F. and Asgharzadeh, A.** 2011. Effect of zeolite application, microbial inoculation and vermicompost on the concentration of N, P, K essential oil and essential oil yields in organic culture of Matricaria recutita L., *Scientific Journal of Iranian Herbs and Flowers*. 27 (2): 201–188. (In Persian).

**Sharma, A.K.** 2002. Biofertilizers for sustainable agriculture India. *Agrobios*, 1 (12): 319–324.

**Shojaii, A. and Abdollahi Fard, M.** 2012. Review of pharmacological properties and chemical constituents of Pimpinella anisum. *International Scholarly Research Notices*, 1 (1): 1–8.

**Sreevalli, Y., Baskaran, K., Chandrashekara, R.S. and Kulkarni, R.N.** 2000. Preliminary observations on the effect of irrigation frequency and genotypes on yield and alkaloid concentration in periwinkle. *Preliminary Observations on the Effect of Irrigation Frequency and Genotypes on Yield and Alkaloid Concentration in Periwinkle*, 22 (4a): 356–358.

**Taherkhanchi, A., Akbari, G.A., Modarres-Sanavy, S.A.M. and Ghorbani Javid, M.** 2013. Evaluation of effects of bio-fertilizers on some physiological and biochemical traits in soybean under water deficit condition. *Journal of Crops Improvement*, 15 (3): 141–153. (In Persian).

**Zhu, Z., Liang, Z., Han, R. and Wang, X.** 2009. Impact of fertilization on drought response in the medicinal herb Bupleurum chinense DC.: growth and saikosaponin production. *Industrial Crops and Products*, 29 (2–3): 629–633.

**Journal of Crop Science Research in Arid Regions/ Volume 3, Issue 2, Autumn and Winter 2022, P. 189-206**

# Investigating the role of humic acid in reducing the effects of drought stress of anise (*Pimpinella anisum* L.)

**Mahdi babaeian[*1], Jalil Taghdisi[2], Mohammad Kheirkhah[1], Mostafa Jafarian[3]**

[1]Agricultural Faculty of Shirvan, University of Bojnord, Bojnord, Iran

[2]MSc Graduate of Agrotechnology, Agricultural Faculty of Shirvan, University of Bojnord, Bojnord, Iran

[3]Department of Agricultural Engineering, Technical and Vocational University (TVU), Tehran, Iran

[*]Corresponding Author: Mahdibbn@gmail.com

Received: 14 August 2021 Accepted: 29 October 2021 **DOI: 10.22034/CSRAR.2021.296682.1107**

## Abstract

The aim of this study was to investigate the response of anise to the occurrence of drought stress in different stages of growth of this plant and also the effect of humic acid in reducing the negative effects of drought stress and improving plant growth characteristics in climatic conditions of Quchan city. For this purpose, an experiment was conducted in the form of split plots based on randomized complete block design with three replications in the 2019-2020 cropping year. The irrigation treatment in four levels was as the main factor of the experiment and consumption of Humic acid was considered as sub-factor in three levels. According to the obtained results, stopping irrigation at the seeding stage and nonuse of humic acid in comparison with full irrigation and consumption of 4 kg of humic acid reduced the 1000-seed weight of anise by 23.45%. Also, cessation of irrigation at the stages of stemming, flowering and seeding reduced the grain yields by 7.80, 29.46 and 24.08%, respectively, compared to the control. The use of humic acid at both levels of 2 and 4 kg/ha increased grain yields by 5.01 and 10.64%, respectively, compared to the control. According to the results obtained in this study, despite the problem of water shortage in the study area, one solution to solve this problem is to stop irrigation in the pre-shoot stage, which can reduce water consumption in the production of anise. Also, the application of humic acid at the rate of 4 kg/ha will significantly compensate for the negative effects of drought stress during vegetative and reproductive growth stages.

**Keywords:** Medicinal plant, Organic fertilizer, Water deficit, Yield