

بررسی تاثیر تراز ارتفاعی متاثر از فضای جغرافیایی شهری بر میزان مصرف آب و رشد گیاهان در فضای سبز شهری، مطالعه موردی: منطقه یک شهری

تهران

صادق پرتانی^۱

گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بجنورد، بجنورد، ایران

عطیه محمودی مظفر

گروه پژوهشی اکولوژی انسانی شهری کارگشا، دانش‌آموخته مهندسی فضای سبز، دانشگاه تهران، تهران، ایران

مژده ربانی

گروه پژوهشی اکولوژی انسانی شهری کارگشا، دانش‌آموخته مهندسی شهرسازی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۳۱

چکیده

این پژوهش به دنبال آن است که با توجه به تراز ارتفاعی از سطح دریا نیاز واقعی گیاهان سرو نقره‌ای و توت نرک به آب را مشخص کند و بیان کننده این مساله باشد که هر کدام از این دو گیاه ممکن است در یک تراز ارتفاعی مشخص با رشدی قابل قبول، نیاز آبی کمتری را داشته باشند. در این آزمایش سه پایلوت واقع در شهر تهران (یک پایلوت در بوستان قیطریه و دو پایلوت در پارک جنگلی یاس فاطمی) با اختلاف تراز ۲۰۰ متری از یکدیگر (۱۵۰۰، ۱۷۰۰، ۱۹۰۰ متر از سطح دریا) انتخاب شدند و گیاهان سرو نقره‌ای و توت نرک به صورت دو بلوک مجزا در هر پایلوت کاشته شدند (شش عدد گیاه توت نرک و شش عدد گیاه سرو نقره‌ای جمعاً دوازده گیاه). این گیاهان با دو تیمار یعنی در هر بلوک با یک تیمار آبیاری شدند. تیمار اول همان نیاز واقعی گیاه است و تیمار دوم نصف نیاز آبی گیاه مورد نظر بود. تناوب آبیاری هر هفته دو بار بوده است. متغیرهای مورد سنجش طول ساقه، قطر ساقه، طول برگ و عرض برگ گیاهان می‌باشد. تناوب اندازه‌گیری متغیرها نیز هر دو هفته یک بار انجام شد. نتایج نشان داد که سرو نقره‌ای در هر سه پایلوت با تیمار دوم (T_2) پاسخ مطلوبی داده و رشد مناسبی داشته. این در حالی است که توت نرک با تیمار دوم (T_2) فقط در پایلوت یک و تا حدی پایلوت دو رشد مناسبی داشته که یعنی این گیاه (توت نرک) در ارتفاعات بالاتر رشد کمتری داشته و برای رشد بهتر به آب بیشتری نیاز دارد. گونه سرو نقره‌ای در ارتفاعات بالاتر یعنی ۱۷۰۰ و ۱۹۰۰ متری رشد نسبتاً بهتری از خود نشان داد، دوم اینکه با توجه به داده‌های ثبت شده و نمودارها تفاوت معنی داری در رشد گیاه سرو نقره‌ای با تیمار ۱ نسبت به تیمار دوم (در پایلوت ۱ و ۲) دیده نشد.

واژگان کلیدی: بهینه‌سازی مصرف آب، آبیاری، نیاز آبی، گونه‌های فضای سبز، جغرافیای شهری

مقدمه

رشد تصاعدی جمعیت و گرایش بسوی صنعت و تکنولوژی همگام با به کارگیری روش‌های مدرن کشاورزی نیاز به منابع آب را افزایش داده است، در چنین شرایطی استفاده بهینه از آب برای آبیاری فضای سبز درون شهری (با توجه به ارتفاع از سطح دریا) ، یکی از راه‌های نجات از مشکل کم آبی است. در حال حاضر حدود ۹۳ درصد از کل آب مصرفی ایران صرف آبیاری حدود ۸/۵ میلیون هکتار از اراضی زراعی شده و سهم بخش شرب و صنعت به ترتیب ۵/۸ و ۱/۲ درصد می‌باشد (AWA, 2016). استفاده از حداقل آب، برای تامین نیاز فضای سبز بخصوص در مناطق خشک و نیمه خشک جهان بسیار مورد توجه قرار گرفته است.

مدیریت منابع انتقال و توزیع پایدار آب برای آبیاری فضای سبز و گردشگری شهری (Elahi Choron et. al., 2019) به ویژه در نواحی دارای مشکلات کمبود آب از ضروریات توسعه پایدار شهری می‌باشد. ترازهای ارتفاعی گوناگون بر رشد گیاه و مهمتر از آن بر میزان مصرف آب آبیاری تاثیرگذار است. کمبود منابع آب در شهرهای بزرگ و استفاده از منابع آب زیرزمینی یا سایر منابع آب موضوعی است که می‌تواند به چالش بحران آب دامن زند. در چند دهه اخیر تحقیقاتی در زمینه اثرات آبیاری در فضای سبز شهری و حتی محصولات کشاورزی با توجه به ارتفاع از سطح دریا صورت گرفته است. در برخی از این مطالعات تمرکز اصلی بر اثرات زیست محیطی منابع معطوف گشته و در بررسی‌های دیگر تاثیر نوع و میزان آبیاری در کمیت و کیفیت محصول مورد بررسی قرار گرفته است.

در این بخش به بررسی مطالعات و تجارب علمی پیشین در زمینه تاثیر ارتفاع از سطح دریا و مقدار آب آبیاری در رشد و نمو گیاهان در فضای سبز شهری پرداخته شده است. در انتهای هر بخش جدول جمع بندی تحقیقات شاخص در این راستا در داخل و خارج از کشور صورت گرفته، ارائه شده است. میانگین بارندگی سالانه در ایران، از یک سوم بارش سالانه در دنیا کمتر است (بابائی فینی و فرج زاده، ۱۳۸۱) در شرایطی که کشور به شدت از لحاظ کمبود منابع آب شیرین رنج می‌برد و رشد جمعیت منجر به افزایش آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی و فشار بر منابع تجدید پذیر شده و در دراز مدت مسئله بحران منابع آب بصورت یک مسئله جدی مطرح است، توجه به منابع غیر متعارف آب یک ضرورت اجتناب ناپذیر می‌باشد. از طرفی در حال حاضر، حدود ۹۳ درصد از کل آب مصرفی کشور صرف آبیاری کشاورزی می‌شود (Energy Ministry, 2008).

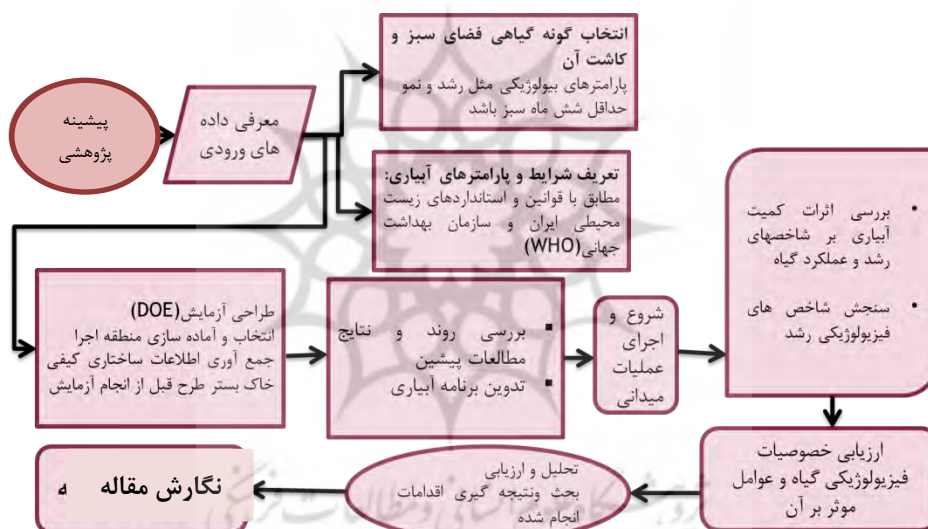
این تحقیق با توجه به برنامه عملیات میدانی و با توجه به این که فرض شده است شرایط اقلیمی یکسانی در تمامی مناطق شهرداری تهران (همه پایلوت‌های کاشت گیاه) وجود دارد و اختلاف تراز ارتفاعی ۲۰۰ متر به عنوان عوامل تأثیرگذار بر رشد فضای سبز شهر تهران و کم کردن مصرف آب به شمار می‌روند.

این پژوهش در سه فاز انجام شده:

۱. مطالعات کتابخانه‌ای: که به بررسی پیشینه تحقیقات انجام شده پرداخته و نهایتاً منجر به الگوی مطالعاتی این پژوهش و تدوین آن شد.

۲. مطالعات میدانی: در این مرحله سه منطقه با تراز ارتفاعی مختلف (اختلاف تراز حداقل ۲۰۰ متر) انتخاب و به عنوان سه پایلوت با روش طراحی آزمایش (DOE^۱) این پژوهش در نظر گرفته شد. همچنین طراحی آزمایش این پژوهش با روش RBD^۲ انجام شده است. این پایلوت‌ها در سه تراز ارتفاعی مختلف، هریک در دو بلوک متفاوت و با دو تیمار مختلف که این تیمارها نسبتی هستند از آبیاری موجود که بر اساس مطالعات موجود و پژوهش‌های جاری مشخص و انتخاب می‌شوند. عملیات میدانی نیز شامل کاشت گونه‌های منتخب و انجام تیمارها به مدت نه ماه بوده است.

۳. تحلیل و سنجش متغیرها و پارامترها: در این بخش به طور مرتب و متناوب دوبار در هفته، متغیرها و شاخص‌های رشد اندازه‌گیری شده و در پایان دوره رشد این اطلاعات با نمودار پاراتو مورد ارزیابی قرار گرفته است. در شکل ۱ طرح شماتیک کلی این پژوهش از معرفی داده‌ها (انتخاب نوع گیاهان معرفی تیمار) تا تحلیل، ارزیابی و نتیجه‌گیری آورده شده است.



شکل ۱، روندنمای عمومی پژوهش (Source: Authors)

آزمایش‌ها در فضای سبز واقعی و در دو پایلوت طبیعی که تحت تنشهای واقعی شهر بودند، انجام شد:

۱. پارک جنگلی یاس فاطمی واقع در منطقه چهار بزرگراه بابایی

۲. بوستان قیطریه در خیابان قیطریه واقع در منطقه یک تهران

تصمیم‌گیری در مورد انتخاب گونه‌های گیاهی باید بر حسب شرایط محیط فضای سبز شهری پارکی (Moghimi and Momeni, 2019) صورت گیرد. گونه‌های منتخب باید، کم و بیش به بسیاری از شرایط محیطی مقاومت نشان دهند (Georgi, et. al., 2010) توانایی تطابق و مقاومت نسبتاً خوبی در برابر شرایط نامطلوب داشته باشند (Kong et. al., 2010). درک این نکات که قبلاً چه گیاهانی در فضای سبز منطقه روئیده‌اند و یا در حال حاضر چه نوع گیاهانی در همسایگی ناحیه مورد نظر در حال رشد و نمو هستند خود نمایانگر شرایط رویشی منطقه است. بر این اساس

¹ Design of Experiment

² Randomized Block Design

شش گونه گیاهی متداول موجود در منطقه که توسط سازمان فضای سبز شهرداری تهران در حال کاشت در منطقه مورد آزمایش می‌باشد مطابق شرایط جدول شماره شناسایی و در شش گونه سرونقره‌ای (*Cupressus Arizonica*)، خرزهره (*Nerium Oleander*)، فستوکا (*Festuca Glauca F.ovina*)، توت نرک (*morus moraceae*)، فالاریس (*Phalaris arundinacea var. variegata*)، رزماری (*Rosemary*)، که از گونه‌های زینتی پارکها و فضای سبز شهری تهران بوده است مورد بررسی دقیق و تطبیق ویژگی‌های هریک با معیارهای پژوهش (جدول ۱) و محیط رشد مورد نظر در محل پایلوت‌های تعیین شده قرار گرفتند.

جدول ۱، خصوصیات مطلوب برای انتخاب گیاهان مورد نظر (Source: Authors)

۱. همیشه سبز باشد
۲. متناسب با شرایط اقلیمی
۳. نیاز آبی کمی داشته باشد
۴. رشد مطلوبی در ماه داشته باشد
۵. حتی المقدور مصرف خوراکی نداشته باشد و برای رشد به مواد و کودهای مخصوص نیاز نداشته و همچون اکثر گیاهان به نور و آب کافی و خاک مطلوب نیازمند باشد

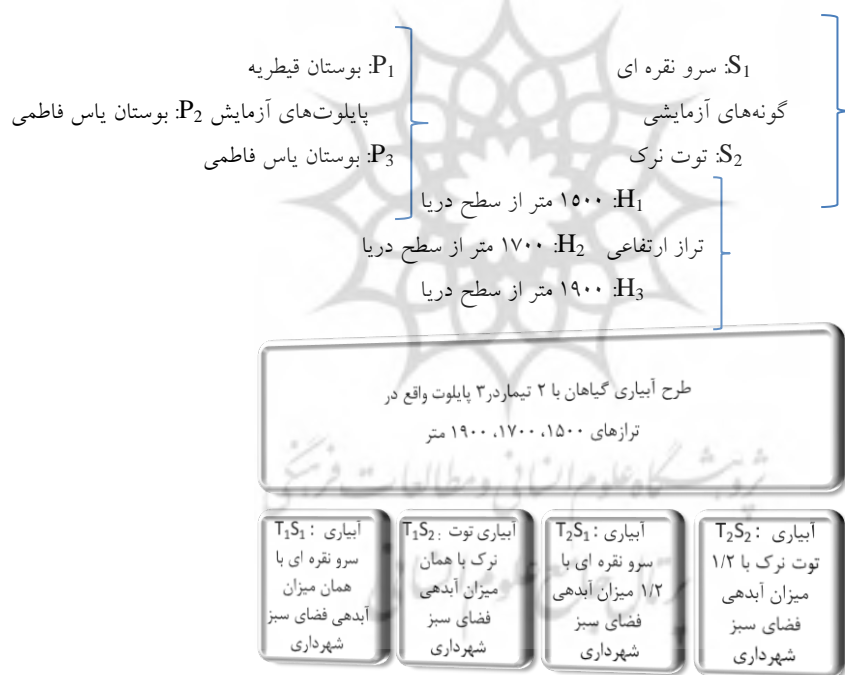
پس از بررسی‌های صورت گرفته و با توجه به دسترسی گیاهان موجود در بازار گل شهید محلاتی دو گونه سرو نقره ای و توت نرک بعنوان گونه‌های مورد آزمایش که دارای ویژگی‌های جدول ۱ می‌باشد، انتخاب شد. تیمارهای مورد نظر آزمایش برای گیاهان سرو نقره‌ای و توت نرک دو نوع آبیاری بوده که یکی از آنان مقدار نیاز آبی دو گیاه است که با توجه به اطلاعات جمع آوری شده از سازمان فضای سبز شهری بعنوان شرایط میزان جاری آبیاری تعیین شد، و تیمار دوم استفاده از یک دوم (۵۰ درصد) تیمار اول است که هم اکنون برای آبیاری گیاهان استفاده می‌شود.

نشانه‌گذاری، معرفی تیمارها و متغیرهای آزمایش و روش‌های پایش و سنجش

در این پژوهش دو تیمار اعمال شده است. تیمار اول همان میزان آبیاری جاری گیاه است و دیگری که مهمتر و عامل اصلی ایجاد این پژوهش است نصف میزان آب مصرفی جاری است. در ارتفاع‌های مختلف، شاید بتوان گفت که به عنوان مثال گیاه سرو نقره‌ای در ارتفاع ۱۵۰۰ متر از سطح دریا به هفت‌ای نه لیتر آب نیاز داشته باشد اما همین گیاه در ارتفاع ۱۹۰۰ متر به علت اختلاف ارتفاع و نیز اختلاف دما، رطوبت، وزش باد و مشخصات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی خود گیاه، به حجم آب کمتری برای رشد نیاز داشته باشد و صرفه جویی بسیار زیادی در آبیاری فضای سبز شهر تهران به وجود آید. اگر این امر ثابت شود حتی می‌تواند باز هم در آبیاری قطره ای برای این دو گیاه و گیاهان دیگر نیز (اگر ارتفاع در رشدشان تاثیر مثبت داشته باشد) صرفه جویی به عمل آورد.

در این پژوهش، به منظور بررسی مقایسه‌ای تاثیر شرایط مختلف تیمارها بر میزان رشد گیاهان عملکردهای پارامترهای فیزیکی گیاهان، مورد بررسی و در جداول‌های ۴-۱ تا ۴-۱۸ قرار گرفته شده است. همان طور که در فصل یک و دو گفته شد، این پژوهش در سه پایلوت با اختلاف ارتفاعی حدودا ۲۰۰ متر به ترتیب در: پایلوت ۱ ارتفاع ۱۵۰۰ متر از سطح دریا واقع در بوستان قیطره، پایلوت ۲ ارتفاع ۱۷۰۰ متر از سطح دریا واقع در بوستان

یاس فاطمی و پایلوت ۳ در ارتفاع ۱۹۰۰ متر از سطح دریا واقع در بوستان یاس فاطمی قرار دارند. اندازه‌گیری‌ها با متر پارچه ای و کولیس انجام گرفته است. همچنین آزمایش‌ها با دو تیمار انجام میشوند که یک تیمار متوسط همان مقدار آبی است که در فضای سبز شهری به دو گیاه مورد آزمایش داده می‌شود (T_1) و تیمار بعدی نصف متوسط همان مقدار آب آبیاری برای دو گیاه است (T_2). با توجه به مطالعات و داده‌ها به این نتیجه رسیدیم که آزمایش‌ها روی ۲ گیاه سرو نقره ای و توت نرک در هر ۳ پایلوت که هر پایلوت با ۲ تیمار آبیاری میشوند، انجام شد. در واقع در هر پایلوت از هر گیاه ۲ نهال کاشته شده است که یکی با (T_1) و دیگری با (T_2) آبیاری میشوند. این پژوهش به دنبال این سوال است که آیا میتوان با توجه به ارتفاع از سطح دریا برای گیاهانی مثل توت نرک و سرو نقره ای از آب کمتری استفاده کرد که صرفه جویی زیادی در مصرف آب را در پی خواهد داشت. البته باید توجه داشت که استفاده از نصف نیاز آبی گیاه برای آبیاری آن در هر ارتفاع باید حداقل میزان رشد قابل قبول را داشته باشد. شکل شماره ۲ شماتیک بلوک‌ها و طراحی آزمایش را نشان می‌دهد.



شکل ۲، شماتیک بلوک‌ها و طراحی آزمایش (Source: Authors)

همچنین در جدول ۳ تناوب سنجش، ابزار و واحد اندازه‌گیری متغیرهای مورد سنجش ارائه شده است. متغیرهای وابسته مورد سنجش طول ساقه، قطر ساقه، عرض برگ، طول برگ بوده که در طول پژوهش اندازه‌گیری شده‌اند. در جدول ۴ تناوب سنجش و آبیاری، ابزار اندازه‌گیری و واحد اندازه‌گیری متغیرهای مستقل آورده شده است.

جدول ۲، تناوب سنجش، ابزار و واحد اندازه‌گیری متغیرهای مورد سنجش (Source: Authors)

متغیر مورد سنجش	واحد اندازه‌گیری	ابزار اندازه‌گیری	تناوب سنجش
طول ساقه	میلی متر	متر پارچه ای	هر ۲ هفته
قطر ساقه	میلی متر	کولیس و متر پارچه ای	هر ۲ هفته
میانگین طول برگ‌ها	میلی متر	کولیس و متر پارچه ای	هر ۲ هفته
میانگین عرض برگ‌ها	میلی متر	کولیس	هر ۲ هفته

جدول ۳. تناوب سنجش متغیرهای مستقل (تیمارها) (Source: Authors)

متغیر مستقل	واحد اندازه‌گیری	ابزار اندازه‌گیری	تناوب سنجش
آبیاری با تیمار ۱ (T ₁)	لیتر	ظرف مدرج	۲ بار در هفته
آبیاری با تیمار ۲ (T ₂)	لیتر	ظرف مدرج	۲ بار در هفته

رویکرد نظری

یکی از عوامل موثر، پایدار و همواره در دسترس که می‌تواند موجب کاهش فشار وارد بر کمیت منابع آب شود، استفاده از میزان آب لازم و کافی (نه کمتر از حد نیاز و نه بیشتر از حد نیاز) برای رشد گیاهان است. این مسئله ممکن است بر شیوه و بازده تخصیص آب بین بخش‌های مختلف کشاورزی و شرب اثر گذار باشد (Viviroli et. al., 2011).

در بخش‌هایی از کشور ایتالیا با شرایط آب‌وهوایی نیمه خشک نتایج ارزیابی آبیاری مزارع محصولات مختلف گیاهی (خیار، کاهو، هندوانه، خربزه، گوجه فرنگی) با استفاده از دو تیمار آبیاری (بیش از حد نیاز_ کمتر یا برابر نیاز) در خاک و سبزیجات نشان داد، کیفیت و بازدهی محصولات با میزان آبیاری کمتر (Magliulo et. al., 2003) و یا در حد نیاز برابر است با میزان آبیاری بیش از حد نیاز گیاه (Ventrella et. al., 2012).

در پژوهشی ۹ سیستم آبیاری شامل سه سیستم آبیاری سطحی، سه سیستم آبیاری بارانی و سه سیستم آبیاری قطره‌ای فضای سبز شهر اصفهان به عنوان نمونه انتخاب و مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفتند. عمده مشکلات سیستم‌های بارانی و قطره‌ای طراحی غیراصولی و مدیریت غیرعلمی این سیستم‌ها بود. در محور دوم نیاز آبی دو گونه چمن (لولیوم و اسپرت) و دو گونه درخت (زبان‌گنجشک و سرو نقره‌ای) با استفاده از لایسیمتر^۱ زهکش‌دار اندازه‌گیری شد. نسبت تبخیر و تعرق چمن لولیوم نسبت به تبخیر و تعرق چمن اسپرت برای کل دوره ۰۵۵/۱ بدست آمد. متوسط ضریب تبخیر و تعرق گیاه درخت زبان‌گنجشک برای کل دوره ۰/۴۸، حداکثر آن ۰/۷۷ در مرداد و حداقل آن ۰/۰۲ در فروردین بدست آمد. متوسط ضریب ضریب گیاه درخت سرو نقره‌ای برای کل دوره ۰/۴۳، حداکثر آن ۰/۵۸ در تیر و مرداد و حداقل آن ۰/۳ در فروردین بدست آمد. استفاده از تشت تبخیر به عنوان مناسب‌ترین روش جهت برآورد تبخیر و

تعرق گیاه مرجع چمن در منطقه اصفهان تشخیص داده شد. (Mostafa Zadeh Fard, 2009)

افزایش قابل توجه غلظت کربن دی اکسید باعث افزایش فتوسنتز و افزایش کارایی مصرف آب^۲ می‌شود و انتظار می‌رود که رشد درخت را سرعت ببخشد. اگرچه، تاثیر طولانی مدت آن روی IWUE و فعل و انفعالات آن با دما در درختان با گرادیان ارتفاعی متفاوت معلوم نیست. همچنین پژوهشگران این نظریه را رد نمودند که تاثیرات ترکیبی کربن دی اکسید و افزایش دما باعث افزایش در بهره‌وری درختان، بخصوص جنگل‌ها با ارتفاعات بالا می‌شود (Guoju et. al, 2015).

متغیرهای مکانی در فیلترها تحت تاثیر عوامل زیست محیطی هستند که باعث تغییرات در ویژگی‌های مهمی در میان محدوده نمونه گیاهی می‌شود. این موضوع برای نمونه‌های متفاوت گیاهی در گرادیان تراز ارتفاعی قابل پیش بینی

^۱ لایسیمتر: دستگاه اندازه‌گیری تبخیر و تعرق

^۲ IWUE: کارایی مصرف آب

می باشد، که در این حالت فشارهای موازی انتخابی زیستی باعث پیش بینی متغیرها در فنوتیپ‌های^۱ گیاهی در میان اکوسیستم‌ها می شود. درک این عوامل برای این الگوها زمینه ی تحقیقاتی را در مباحث اکوسیستمی، ساختار اجتماعی منطقه و گوناگونی زیستی ایجاد می نماید. برای اینکه ویژگی متغیرها در گرادیان‌های ارتفاعی (شیب و تراز ارتفاعی) مشخص شود، از یک فرا ۲ آنالیز مربوط به مشاهدات صورت گرفته استفاده شد که سه مشخصه ی کلیدی گیاهی را بررسی می نماید، که این سه مشخصه مربوط به متغیرهای هر دو منابع رقابتی و تحمل تنش می باشد: نسبت جرم به سطح برگ (LMA^۳)، مقدار نیتروژن برگ به ازای هر واحد جرمی (NMA^۴) و مقدار نیتروژن به ازای هر واحد سطح (NUA^۵). برای اینکه شواهد مربوط به اساس ژنتیکی این متغیرها مشخص شود، مروری بر نتایج آزمایشی باغ‌های صورت گرفته منتشر شدند که ویژگی‌های برگ ی یکسان را سنجش می نماید.

در این مطالعه، LMA و NUA با میانگین دمای سالانه (MAT) در گرادیان ارتفاعی متفاوت کاهش داشتند، در صورتی که NMU با MAT کاهش نیافت. روابط بین این مشخصه‌ها بصورت قابل توجه با MAT تغییر یافت، در صورتی که LMA بصورت قابل توجه با NMU و NUA در مکانهایی با ارتفاع بالا با MAT نسبی پایین تر مرتبط نشد. قدرت بین این روابط در محدوده نمونه‌ها نسبت به میان نمونه بیشتر یا حداقل برابر بود، که نشان‌دهنده موفقیت‌های موازی در گرادیان‌های ارتفاعی در میان بیومس غیر مشابه می باشد. شواهد مربوط به مطالعات باغی نشان داد که یک اساس ژنتیکی مشخص در تغییرات ویژگی تابعی موجود است که استناد آنها در گرادیان‌های ارتفاعی صورت گرفته می شود (Duke, J. A., 2000).

خانواده ی کاسنی‌ها فواید متفاوتی مانند گیاهان دارویی دارند مثل آفت‌کش‌ها که در وضعیت‌های مختلف محیطی می‌توانند رشد نمایند اما مشخصه‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی این خانواده به عامل محیطی مربوط می‌شود. هدف این مقاله شرح تفاوت در ارتفاع ساقه و پهنای برگ‌ها از سه نمونه ی مختلف خانواده ی کاسنیها شامل پلوچه ایندیکا، آگراتوم و الفانتوپوس اسکابر^۶ می باشد، این سه نمونه گیاهی تحت تاثیر ارتفاع (Azarnivand et. al., 2010) قرار می‌گیرند و باید ارتباط بین مشخصه‌های مورفولوژیکی و تراز ارتفاعی گونه‌ها بررسی شود. آزمایش نمونه‌های فوق در سه ارتفاع مختلف (۵۰ تا ۱۰۰ متر)، (۳۰۰ تا ۵۰۰ متر) (۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰ متر) صورت گرفتند. نتایج در ادامه توسط آنالیز خوشه ای و آنالیز تناظر کانونی مورد بررسی قرار گرفته شد (ACA). نتایج نشان داد که رابطه ی بین تراز ارتفاعی و عوامل محیطی (جو و خاک) با مشخصه‌های مورفولوژیکی مانند ارتفاع ساقه‌ها و پهنای برگ‌های گونه‌های مذکور وجود دارد. بلندترین ترین ساقه در پلوچه یافت شد، در صورتی که پهن ترین برگ‌ها مربوط به آگراتوم و الفانتوپوس می‌باشد. وضعیت ارتفاعی و عوامل محیطی با اندازه‌گیری تراز ارتفاعی، شدت نور، سطح اکسیژن (وضعیت جوی)، ترکیب‌های آلی، سطح کربن، سطح نیتروژن، pH مشخصه ی شیمیایی

۱ خصوصیات قابل مشاهده یا صفت یک جاندار است. مانند خصوصیات بیوشیمیایی یا فیزیولوژیکی

۲ تحلیل روش مهارتی است که در آن از روش‌های آماری و ریاضی استفاده می‌شود و درباره کیفیت تحقیق پیش‌داوری نمی‌شود

³ Leaf Mass Per Area

⁴ Nitrogen Per Mass Unit

⁵ Nitrogen Per Unit Area

⁶ *Pluchea indica*, *Ageratum conyzoides* and *Elephantopus scaber*

خاک، دمای خاک، سطح آب، تخلخل، گرد و غبار و رطوبت خاک و شن (مشخصه‌ی فیزیکی خاک) صورت گرفت. کاسنی‌ها که در وضعیت ارتفاعی متوسط رشد نمود بیشترین مقدار ساقه را داشت. در صورتی که کاسنی‌هایی در تراز ارتفاعی کم پهن‌ترین برگ را به خود اختصاص دادند. ارتباطی بین تراز ارتفاعی و تغییرات محیطی دما، رطوبت، سطح اکسیژن هوا، تخلخل و سطح اکسیژن خاک با توجه به ارتفاع ساقه‌ها و پهنای برگ سه گونه خانواده کاسنی یافت شد. کاسنی که در دمای متوسط رشد می‌کند بیشترین ارتفاع را به خود اختصاص داد. اما کاسنی‌هایی که در دمای پایین رشد می‌کند پهن‌ترین برگها را داشت (Yulian et. al., 2010).

ارزیابی تاثیر تراز ارتفاعی روی مشخصه‌های مورفولوژیکی (ارتفاع ساقه و قطر) و بیومس مشخصه‌های دو عملکرد جدا (بیومس خشک و تر) در گیاه افوریا ماگروستگیا^۱ در استان کهگیلویه و بویراحمد در فصل رشد گیاه (بهار و تابستان ۱۳۹۱) صورت گرفت. نتایج اخیر نشان داد که این گیاه دارای تریترپنس^۲ می‌باشد که در صنایع داروسازی می‌تواند استفاده شود. این آزمایش در یک طرح با بلوک‌های کاملاً تصادفی صورت گرفت (RCB). موقعیت مطالعاتی به سه مربع با برش عرضی معادل با دو کیلومتر (ارتفاع ۲۳۰۰-۳۲۰۰ متر بالای سطح دریا) در کوه‌های ساورز صورت گرفت که به ۱۰ مربع جدا با طول ۱۰۰ متر تقسیم بندی شدند. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS آنالیز شدند و میانگین‌ها با استفاده از آزمایش دانکن^۳ مقایسه شدند. نتایج نشان داد که حداکثر ارتفاع ساقه (۷۹ سانتی متر) و قطر آن (۸ میلی متر) در ارتفاعات ۲۵۰۰ و ۲۸۰۰ متر بالای سطح دریا بودند. همچنین حداکثر بیومس تر و بیومس خشک در ارتفاع ۲۵۰۰ متر بالای سطح دریا بود. این تحقیق نشان داد که سه عامل (طول ساقه، قطر ساقه، بیومس خشک و تر) در این گیاه با افزایش تراز ارتفاعی زیاد می‌شود (Mortazavi k N., 2011).

اثبات شده است که ویژگی‌هایی که فعل و انفعالات نمونه‌های گیاهی را رقم می‌زند بصورت کامل با فعالیت‌های زیستی و غیر زیستی تعامل دارند، حتی در عصری که زندگی می‌کنیم نیز از اهمیت این عوامل اطلاعات کمی در دسترس می‌باشد. فشار گیاهخواری، در میان منابع موجود و مشارکت همزیستی دو موجود، بعنوان نقش مهم در تکامل مشخصه‌های دفاعی گیاه معرفی می‌شود. در اینجا، از گیاه بارهنگ نیزه ای^۴ بهره برده شده، که مکان رشد آن در ارتفاعات بالای کوه‌های آلپ در کشور سوئیس می‌باشد، هدف از این بررسی تاثیر ارتفاع، بر رشد گیاه، میزان تبخیر و تعرق، و دما روی مقاومت گیاهی بود. در ارتفاع معادل با ۱۲۰۰ متر، سطح برگ گیاه با افزایش ارتفاع کاهش یافت. با کاشتن نهال‌ها در سه ارتفاع مختلف، نشان داده شد که هر دو شرایط رشد در ارتفاع کم باعث افزایش طول، قطر و مقاومت گیاه می‌شود. در نهایت اینکه با استفاده از شرایط آزمایشگاهی کنترل شده نشان داده شد که اکوتیپ‌ها با ارتفاع زیاد مقاومت کمتری دارند. بنابراین نتیجه می‌شود که دمای بالا سندروم دفاعی گیاهان را در ارتفاعات بالاتر تسکین می‌بخشد. در این تحقیق، هر دو ارتفاعات زیاد و کم برای جمعیت گونه مذکور می‌تواند با

۱ گیاهی که خواص درمانی فراوانی دارد Euphoria macrostegia

۲ برای درمان سیستم عصبی و سرطانی

۳ روش مقایسه میانگین‌های تجزیه شده از تیمارها Duncan

۴ کاردی یا بارهنگ نیزه‌ای نام یک گونه از تیره بارهنگیان با ارتفاع ۳۰ تا ۶۰ سانتی متر Plantago lanceolata

شرایط زیستی و غیرزیستی تطابق داشته باشد، بخصوص اینکه باعث ترقی و پیشرفت اکوتیپ‌های مختلف در انتخابهای متفاوت می شود. همچنین نشان داده شد که در گرادیان‌های تراز ارتفاعی مختلف، متغیر بودن رژیم‌های گیاهخواری و مباحث محیط زیست، استراتژی مقاومت کل گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Loic P., 2014).

محققان نشان دادند پتانسیل قابل توجهی برای افزایش رشد ذرت (*Zea mays L.*) موجود است، یک محصول مهم جهانی که در مناطق دیمی و نیمه خشک رشد می نماید. کاهش قابل توجه در رشد ذرت اکثراً بدلیل خشکی‌های مدام در دوره ی رشد محصول می باشد که خود بدلیل توزیع نامناسب دما و بارش جوی است. سوال اینجاست، در صورتی که نیاز آبی محصولات توسط بارش حل شود آیا نیاز به سیستم آبیاری است یا خیر. همچنین این مطالعه بصورت کمی تنش آبی مراحل تکمیلی رشد ریشه و ساقه، نتیجه عملکرد دانه ذرت، جذب آب (WU^1) و کارایی مصرف آب (WUE^2) مورد نیاز را بررسی نمود. آزمایشهای گلخانه ای در سالهای ۲۰۱۴ و ۲۰۱۵ با استفاده از برنامه ی rain shelter^۳ صورت گرفت. آزمایش شامل سه قسمت شدند: بدون تنش آبی، تنش متوسط آبی و تنش شدید آبی. عملکرد ذرت در تنش آبی ملایم در طول دو سال تحت تاثیر قابل توجهی قرار نگرفت، در صورتی که تنش زیاد آبی مقدار عملکرد را به میزان ۵۶ درصد کاهش داد و در تنش آبی بیومس رشد ریشه کاهش پیدا کرد. همچنین تنش آبی ملایم طول ریشه را کمی افزایش داد اما قطر ریشه زیاد نشد. WU تحت تنش آبی کاهش یافت، در صورتی که WUE برای وزن خشک ذرت تحت تنش آبی ملایم در طول کل سالهای آزمایش ۲۰ درصد افزایش یافت و ۱۶ درصد افزایش WUE در عملکرد رشد ذرت در تنش آبی ملایم نسبت به تنش شدید آبی مشاهده شد. نتایج نشان داد که سیستم‌های آبیاری در منطقه ی مطالعاتی از دید اقتصادی مهم نیست زیرا تنش آبی متوسط عملکرد محصول را کاهش نمی دهد. این مطالعه به ما کمک نمود تا پاسخ‌های گیاهی به تنشهای آبی در طول دوره ی بحرانی حساس به آب بهتر درک شود و خطر خشکسالی در زمین کشاورزی را کاهش دهد (Qian C., 2011 & Yulong Z., 2017).

تحقیقاتی توسط پژوهشگران درباره بام سبز و توسعه آن در کشور چین انجام شد. بام سبز مربوط به سنجش کارایی انرژی موثر برای کاهش بار سرد ساختمان در تابستان و بارگرم در زمستان می باشد، علاوه بر این، فواید اکولوژیکی و زیست محیطی فراوانی به همراه خواهد داشت، بنابراین بام سبز (Bagheri N., et. al., 2019) در سراسر جهان مورد توجه زیادی قرار گرفته است. این مقاله در مورد انتخاب ماده ی قابل کشت، الگوی شکل‌های گیاهی و محیط رشد گیاه در بام سبز در کشور چین صحبت نموده، و محققان فواید اکولوژیکی، عملکرد دمایی و کاربردهای دیگر بام‌های سبز را بیان نمودند. این مقاله همچنین به معرفی و آنالیز روش‌های توسعه ی بام سبز پرداخت، که این روش‌ها شامل مکانیزم‌های جدید، قوانین و مقررات و در نهایت پیشنهادات و آنالیزهای مربوط به جنبه‌های عملی آن هستند.

¹ Water uptake

² Waret uptake efficiency

^۳ برنامه ای برای حفاظت از گیاهان حساس در مناطق بارانی که باعث خیس نشدن بیش از حد ساق و برگ گیاهان می‌شود

بام سبز شهری از سه جنبه بسیار حائز اهمیت می باشد: (۱) فضای جدیدی را بعنوان سکونت برای انسان‌ها بوجود می آورد، (۲) می تواند باعث بهبود در خرد اقلیم اطراف ساختمان‌ها و چرخش اکولوژیکی و بکارگیری مجدد از آب باران نماید، (۳) باعث کاهش قابل توجه در مصرف انرژی می شود و توسعه ی پایدار محیط زیستی را تضمین می نماید (Yaolin et. al.,2011)

یک پژوهش در ایران نشان داد که هشت سال آبیاری با میزان حداقل (نصف آبیاری سال اول) بوسیله آب تصفیه شده شهرک صنعتی آمل توانست زمین‌های شور سدیمی منطقه را بدون هیچ تیمار دیگری به یک خاک مناسب برای کشاورزی تبدیل کند (Sayadmanesh et. al.,2013).

بررسی تشخیص تراز رشد گزنه با نام علمی *Urtica dioica* L از خانواده ی *Urticaceae* از جمله گیاهان دارای ارزش دارویی بوده و در شمال کشور از پراکنش فراوانی برخوردار است میپردازد. رشد و تولید گیاهان در اکوسیستم‌ها و رویشگاه‌های طبیعی، تحت تاثیر عوامل مختلف از جمله ارتفاع از سطح دریا قرار دارد. به منظور بررسی اثر ارتفاع در میزان موثر گیاه گزنه در رویشگاه طبیعی آن مناطق با ارتفاع صفر، ۸۰۰، ۱۸۰۰ متری انتخاب شد. نمونه‌ها در سه تکرار بصورت تصادفی از هر منطقه جمع آوری شد و پس از خشک شدن اسانس آنها به روش تقطیر با استفاده از دستگاه کلونجر^۱ استخراج گردید. سپس جهت شناسایی ترکیبات اسانس از دستگاه GC-MS^۲ و استفاده گردید. تجزیه واریانس در قابل طرح بلوک کامل تصادفی صورت گرفت. نتایج نشان داد اختلاف معنی داری بین درصد مواد موثره در طبقات ارتفاعی مختلف وجود دارد ولی این اختلاف در درون هر طبقه ارتفاعی معنی دار نیست. افزایش ارتفاع باعث کاهش درصد بسیاری از ترکیبات شده است. ارتفاعات پایین با وجود آب و هوای مرطوب و خاک مناسب بهترین ارتفاع برای تولید مواد موثره دارویی مورد مطالعه می باشد (Saeb et. al., 2010).

همچنین پژوهشگران به منظور انتخاب بهترین دامنه ارتفاعی برای جنگل کاری سه گونه بلوط در دامنه ای از اراضی جنگلی شهرستان مریوان در استان کردستان با ارتفاع‌های (۱۶۰۰-۱۴۰۰، ۱۸۰۰-۱۶۰۰، ۲۰۰۰-۱۸۰۰) متری از سطح دریا انتخاب و ۱۲ نمونه درخت به صورت تصادفی برداشت شد و رویش قطری نمونه‌ها بررسی شد. در ارتفاعات پایین (۱۶۰۰-۱۴۰۰ متری) و بالا (۲۰۰۰-۱۸۰۰ متری) میزان رویش به دلیل شرایط اکولوژیکی نامناسب و پایین بودن دما در ارتفاعات بالا، کم است، اما در میان‌بند (۱۸۰۰-۱۶۰۰ متری) میزان رویش، بیشتر از دو رویشگاه دیگر است. همچنین با بررسی میزان رویش قطری سالیانه مشخص شد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا بر میزان رویش قطری دواير سالیانه این گونه افزوده شده. نتایج نشان داد بهترین ارتفاع برای جنگل کاری و رشد درخت بلوط ارتفاع میانه یعنی ۱۶۰۰ تا ۱۸۰۰ متر است (Ghaderi et. al., 2010).

^۱دستگاهی برای تعیین روغن فرار و اسانس‌گیری

^۲دستگاه کروماتوگرافی برای جداسازی ترکیبات یک ماده استفاده می‌شود

محققان تاثیر قارچ‌های میکوریزای^۱ آربوسکولار^۲ و کاربرد اسید هیومیک بر روی میزان جذب آب و شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد ذرت در سه رژیم آبیاری در یک آزمایش مزرعه ای را مورد مطالعه قرار دادند. این آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی (RCBD)^۳ با سه تکرار انجام شد. تیمار اصلی تنش کم آبی در سه سطح [۱۰۰٪ ظرفیت زراعی مزرعه (بدون تنش آب)، ۶۶٪ ظرفیت زراعی مزرعه (تنش متوسط)، ۳۳٪ ظرفیت زراعی مزرعه (تنش شدید)] و تیمار فرعی شامل قارچ‌های میکوریزای آربوسکولار در سه سطح (شامل دو گونه قارچ میکوریزا) و اسید هیومیک در دو سطح (مصرف و عدم مصرف) است. نتایج نشان داد که همزیستی قارچ‌های میکوریزا، کاربرد اسید هیومیک و شرایط بدون تنش کم آبی، شاخص رشد سطح برگ، سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی را افزایش می‌دهد. ضمن این‌که این صفات در شرایط تنش کم آبی، بدون همزیستی میکوریزایی و کاهش یافتند. همچنین تلقیح میکوریزایی و کاربرد اسید هیومیک به طور معنی داری کارایی مصرف آب را افزایش داد و اثر متقابل تنش کم آبی و همزیستی میکوریزایی بر کارایی مصرف آب در ذرت معنی دار بود. بیشترین کارایی مصرف آب از به کار بردن گونه شماره ۱ قارچ‌ها و شرایط تنش شدید آبی به وجود آمد و کم‌ترین میزان آن از بوته‌های شاهد که در شرایط بدون تنش به ترتیب معادل 2.5 kg/m^3 و 1.31 kg/m^3 بودند، بدست آمد.

هدف از انجام پژوهش بررسی تاثیر مقادیر مختلف نیتروژن در شرایط متفاوت رطوبتی، بر عملکرد شاخص برداشت و کارایی مصرف آب ذرت دانه ای سینگل کراس ۷۰۴^۴ بود. این آزمایش به صورت طرح اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی با دو تیمار بوده که، مقدار آب آبیاری در سه سطح (۸۰، ۱۰۰ و ۶۰ درصد نیاز کامل آبی گیاه) به عنوان تیمار اصلی و مقدار کود نیتروژن در سه سطح شامل میزان توصیه شده بر اساس آزمون خاک، ۳۰ درصد بیشتر و ۳۰ درصد کمتر از این میزان به عنوان تیمار فرعی در سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد، آبیاری با نیاز کامل گیاه (۱۰۰٪) و مصرف مقادیر بالای کود عملکرد دانه را به طور معنی داری افزایش می‌دهد، اما در شرایط تنش خشک (ملایم و شدید) با افزایش میزان نیتروژن تا حد نیاز گیاه، عملکرد دانه افزایش یافت ولی افزایش بیشتر کود عملکرد دانه را کاهش داد. با به کار بردن نیتروژن به میزان بیشتر از نیاز گیاه در شرایط آبیاری کامل، به دلیل افزایش بیشتر عملکرد بیولوژیک نسبت به عملکرد دانه ذرت کمترین میزان شاخص برداشت در این شرایط به دست آمد. همچنین روند تغییرات کارایی مصرف آب و عملکرد دانه تحت تاثیر سطوح متفاوت آبیاری و نیتروژن مشابه بود. (Ghobadi et. al., 2008)

^۱ همزیستی قارچ‌ها با ریشه گیاهان را میکوریزا می‌گویند

^۲ این قارچ‌ها هم زیست ۸۰٪ گیاهان هستند و ضمن استقرار درون بافت ریشه گیاهان باعث جذب آب بیشتر عناصر غذایی و رقابت با بیماری‌ها و تغییر در بافت شیمیایی گیاهان می‌شوند

^۳ Random completely block design

^۴ در امریکای مرکزی توسط سرخ پوست‌ها کشف شد و دارای چندین بذر مختلف میباشد در دمای ۲۵ تا ۳۰ درجه بهترین عملکرد را دارد. Corn hybrid Single Cross 704 نام علمی

تاثیر ترکیبات کودهای نیتروژن و سولفور روی آب مصرفی و کارایی مصرف آب بر روی یک نوع گیاه با نام *Brachiaria brizantha*^۱ مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمایش درون گلخانه صورت گرفت، از یک نمونه ی *Quartzipsamment* استفاده شد. پنج نیتروژن متفاوت (۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ mg/dm³) با پنج نمونه ی متفاوت سولفور (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ mg/dm³) با ۲۵ فاکتوریل جدا از هم، با چهار تکرار صورت گرفت. سطح برگ سه بار در بازه‌ی زمانی ۳۰ روزه برداشت شدند. مقدار رطوبت خاک ۷۰ درصد در سیستم آبیاری نگه داشته شد. افزایش در مصرف و راندمان کارایی آب توسط چمن مشاهده شد که دلیل آن استفاده از نیتروژن و سولفور می باشد. کود نیتروژن مصرف و کارایی آب را در مرحله ی اول رشد افزایش داد (۳۵ روز بعد از نشاءکاری نهال). نیتروژن و سولفور در مرحله ی سوم رشد تاثیر بیشتری در افزایش مصرف آب داشتند. در صورتی که برای کارایی مصرف آب این موضوع در مرحله ی دوم و سوم رشد از *Marandu palisadegrass* مشاهده شد. (Shah Hosseini et. al., 2011). برخلاف مقدار کم مواد الی (9.5 g dm³) و سولفور سولفات (2.6 mg dm³)، چمن در فاز توسعه تنها به مقدار نیتروژن پاسخ داد. در مرحله ی توسعه ی چمن علوفه ای استفاده همزمان از سولفور و نیتروژن ضروری بود. افزایش قابل توجه در مصرف آب و کارایی آن برای *Brachiara brizantha cv. Marandu* بنخاطر استفاده ی همزمان نیتروژن و سولفور مشاهده شد. گیاهانی که با نیتروژن و سولفور مغذی شدند کارایی بیشتری در مصرف آب داشتند (Guirado et. al., 2015).

در شرایط آدیاباتیک به ازای هر ۱۰۰۰ متر تغییر ارتفاع، حدوداً شش درجه تغییر دما به وجود می آید (Daidzic, N., 2019). همچنین در حالت کلی میزان تاثیر ارتفاع بر عملکرد رشد با فصول مختلف تغییر میکند همچنین به دلیل تاثیر تغییر دما در ابتدا زیاد و به مرور زمان کمتر می شود.

معرفی کامل منطقه مورد مطالعه

در منطقه شماره یک پارک جنگلی یاس فاطمی (در منطقه چهار شهرداری، واقع در بزرگراه بابایی) انتخاب شد که در این آزمایش به دلیل اختلاف ارتفاع ۲۰۰ متری موجود در این پارک دو بلوک و پایلوت طراحی و در پارک ایجاد شد. شکل ۲ موقعیت پایلوت‌ها را در هریک از پارک‌های مورد بررسی و پایش نشان می دهد.

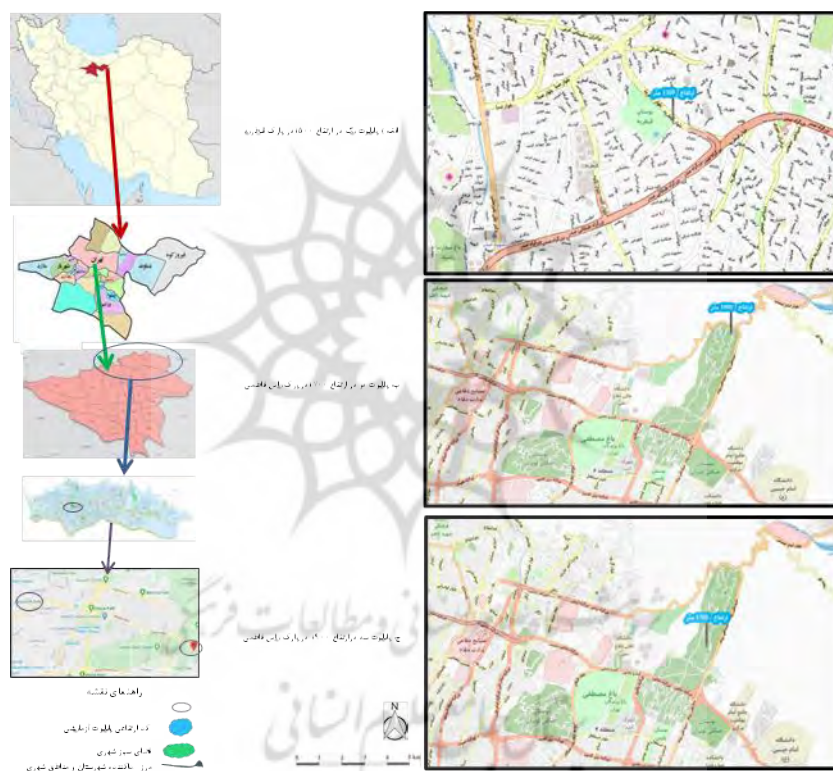
میانگین تغییرات ماهانه رطوبت نسبی کمینه و بیشینه در مناطق مورد مطالعه در تهران نشان می دهد، رطوبت نسبی در ایام صبحگاهی بین حداقل ۳۸ درصد تا حداکثر ۷۹ درصد به ترتیب در ماه‌های دی و تیر نوسان دارد. این تغییرات در مورد رطوبت نسبی نیمروزی بین ۱۵ درصد در خرداد ماه تا ۴۷ درصد در دی ماه متغیر است. (سازمان هواشناسی تهران، ۱۳۹۷). در جدول ۲ و شکل ۳ تغییرات کمینه و بیشینه رطوبت در شهر تهران در طول یک سال (۱۳۹۶) آورده شده است.

در محدوده کلان منطقه یک شهر تهران دمای سالانه بین ۱۵ تا ۱۸ درجه سانتی گراد متغیر بوده و با توجه به نا هموار بودن محدوده شهر میانگین سالانه در مناطق مختلف آن حدود ۳ درجه سانتی گراد اختلاف دما دارند این

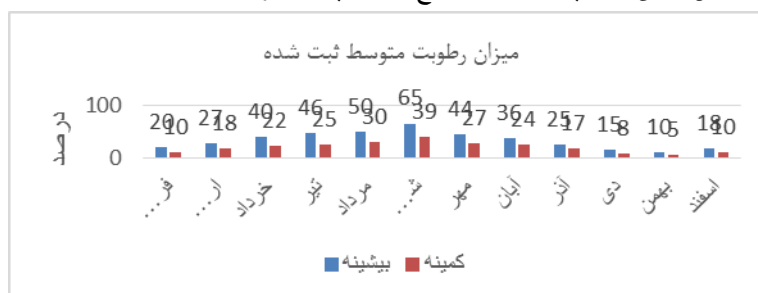
^۱ از راسته گندم سانان و زیر مجموعه براکیارا یا همان چمن علوفه ای میباشد در مناطق گرمسیری و مرطوب رشد می کند

اختلاف در مورد میانگین دماهای حداقل دوره سرد سال و حداکثر دوره گرم سال نیز کم و بیش حفظ میشود (Source: Tehran Province Meteorological Administration).

تغییر دمای محسوس (بیشتر از ۳، ۴ درجه) در هر جایی بر عواملی که در رشد گیاه نقش مهمی دارند، تاثیر مستقیم دارد (آمار و اطلاعات سازمان هواشناسی ایران)، زیرا باعث افزایش و یا کاهش میزان تبخیر و تعرق در گیاه و همچنین کم و زیاد شدن تبخیر آب آبیاری میشود که می تواند بر سرعت رشد گیاهان تاثیر گذار باشد. در زیر نمودار تغییر دما در شهر تهران برای ۱۲ ماه سال ۱۳۹۶ (ایستگاه هواشناسی تهران) به سانتی گراد و فارنهایت قرار دارد که از اواسط ماه دوم سال (اردیبهشت) دما رو به افزایش و از اوایل ماه هفتم سال (مهر) دما رو به کاهش می باشد.



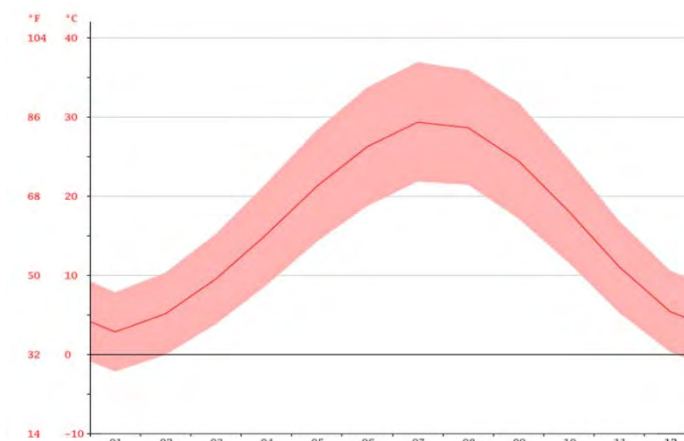
شکل ۲، موقعیت پایلوت ها را در هریک از پارکهای مورد بررسی (ج) پایلوت سه در ارتفاع ۱۹۰۰ در پارک یاس فاطمی، (ب) پایلوت دو در ارتفاع ۱۷۰۰ در پرک یاس فاطمی، الف) پایلوت یک در ارتفاع ۱۵۰۰ در پارک قیطره (Source: Authors)



شکل ۳، نمودار رطوبت نسبی کمینه و بیشینه در تهران در سال ۱۳۹۶ (Source: Tehran Province Meteorological Administration)

جدول ۲، میانگین رطوبت نسبی در سال ۱۳۹۶ در شهر تهران (Source: Tehran Province Meteorological Administration)

ماه‌های سال	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
میانگین رطوبت	۱۵	۲۲٫۵	۳۱	۳۵٫۵	۴۰	۵۲	۳۷٫۵	۳۰	۲۱	۱۱٫۵	۷٫۵	۹



شکل ۴، نمودار تغییرات دمای متوسط هوای شهر تهران در ماه‌های سال ۱۳۹۶ (Source: Tehran Province Meteorological Administration)

(Administration)

یافته‌های پژوهش

مقایسه میزان رشد و عملکرد گیاهان

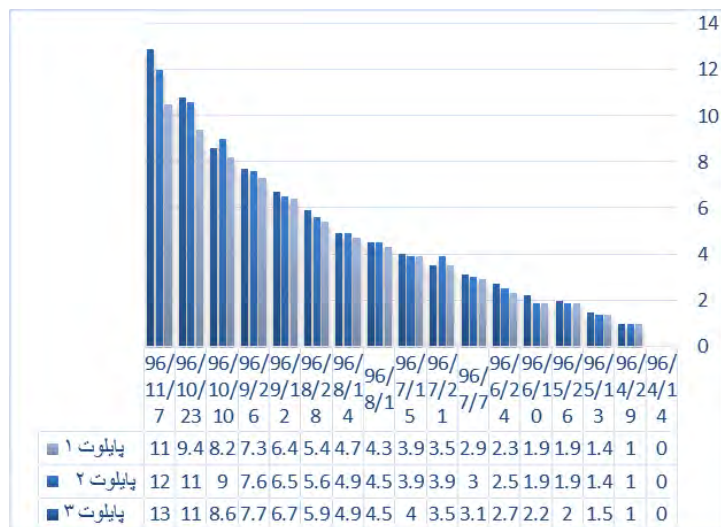
گونه سرو نقره ای

در این بخش تغییرات هر یک از پارامترهای فیزیکی گیاه سرو نقره ای نظیر طول ساقه، قطر ساقه، میانگین طول برگ و میانگین عرض برگ به طور مجزا برای هر تیمار در جداول جداگانه درج شده است (هر تیمار برای پارامترها، با هر سه پایلوت یکجا در یک جدول قرار دارند). لازم به ذکر است که تمامی اندازه گیریهای هر پارامتر در هر مرحله در یک روز انجام گرفته و ثبت شده است و در جداول ۵ تا ۱۰ و شکل‌های ۶ تا ۱۰ درج شده است. طول ساقه

در این پژوهش طول ساقه از جمله مهمترین متغیرهای مورد سنجش میباشد. به دلیل اینکه بعد از مدتی نمی توان به راحتی از پایین تا نوک گیاهان (ارتفاع) از جمله سرو نقره ای را اندازه گیری کرد ۲ نقطه در اواسط ساقه را دقیق علامت گذاری کرده، تغییر طولی که مابین ۲ نقطه علامت گذاری شده بعد از یک دوره رشد به وجود می آید همان تغییر طول ساقه گیاه میباشد. در جدول ۵ اندازه گیری پارامتر طول ساقه در گیاه سرو نقره ای با تیمار ۱ (متوسط نیاز آبی گونه T_1) در هر ۳ پایلوت در ارتفاع ۱۵۰۰، ۱۷۰۰ و ۱۹۰۰ متر از سطح دریا انجام گرفته است.

جدول ۵، اندازه گیری طول ساقه در سرو نقره ای با تیمار ۱ در هر ۳ پایلوت (Source: Authors)

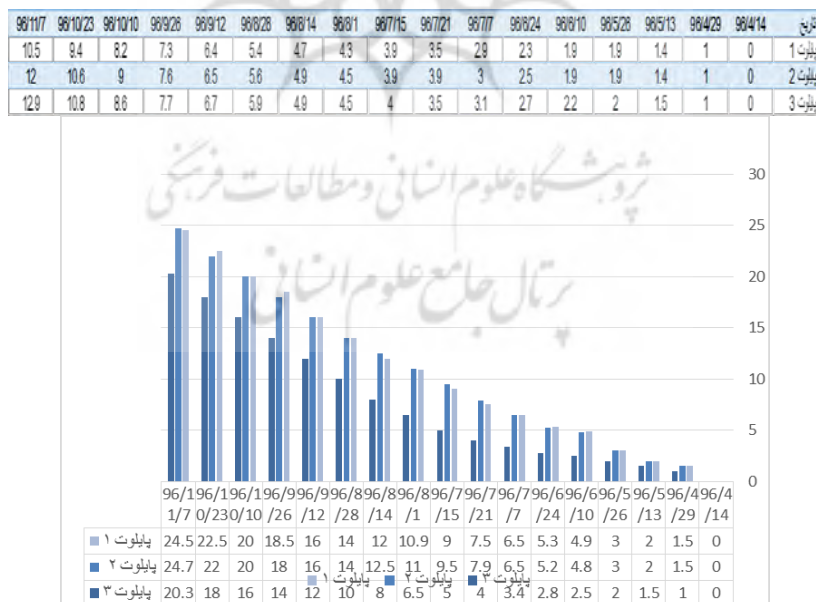
تاریخ	۹۶/۱۱/۷	۹۶/۱۰/۲۳	۹۶/۱۰/۱۰	۹۶/۹/۲۶	۹۶/۹/۱۲	۹۶/۸/۲۸	۹۶/۸/۱۴	۹۶/۸/۱	۹۶/۷/۱۵	۹۶/۷/۲۱	۹۶/۷/۷	۹۶/۶/۲۴	۹۶/۶/۱۰	۹۶/۵/۲۶	۹۶/۵/۱۳	۹۶/۴/۲۹	۹۶/۴/۱۴
پیلوت ۱	۱۴۲	۱۲	۱۰	۸٫۸	۷٫۴	۶٫۳	۵٫۵	۵	۴٫۷	۴٫۴	۴	۳٫۵	۳	۲٫۵	۲٫۱	۱٫۵	۰
پیلوت ۲	۱۳۳	۱۱٫۵	۹	۷٫۹	۶٫۵	۶٫۲	۵	۴٫۵	۳٫۹	۳٫۵	۳٫۲	۲٫۷	۲٫۴	۱٫۹	۱٫۶	۱٫۳	۰
پیلوت ۳	۱۲	۱۰	۸٫۶	۷٫۴	۶٫۲	۴٫۹	۴	۳٫۵	۳	۲٫۷	۲٫۵	۲٫۲	۲	۱٫۸	۱٫۳	۱	۰



شکل ۶. تغییرات طول ساقه در گیاه سرو نقره ای با تیمار ۱ در هر ۳ پایلوت (Source: Authors)

از نمودار شکل ۶ می‌توان نتیجه گرفت بهترین رشد طول ساقه گیاه سرو نقره ای با متوسط نیاز آبی (تیمار ۱) در پایلوت ۱ و ۲ یعنی ارتفاع ۱۵۰۰ و ۱۷۰۰ متر از سطح دریا و بیشترین رشد در فصل بهار بوده است. در جدول ۶ اندازه‌گیری تغییرات پارامتر طول ساقه در گیاه سرو نقره ای با تیمار ۲ (T_2) در هر ۳ پایلوت انجام گرفته است. از نمودار شکل ۷ می‌توان نتیجه گرفت که رشد ساقه در گیاه سرو نقره ای با نصف نیاز آبی (تیمار ۲) در پایلوت ۱ و ۲ بهتر و بیشترین رشد در فصل بهار بوده.

جدول ۶ تغییرات طول ساقه در سرو نقره ای با تیمار ۲ در هر ۳ پایلوت (Source: Authors)



شکل ۷. تغییرات طول ساقه در گیاه سرو نقره ای با تیمار ۲ (T_2) در هر ۳ پایلوت (Source: Authors)

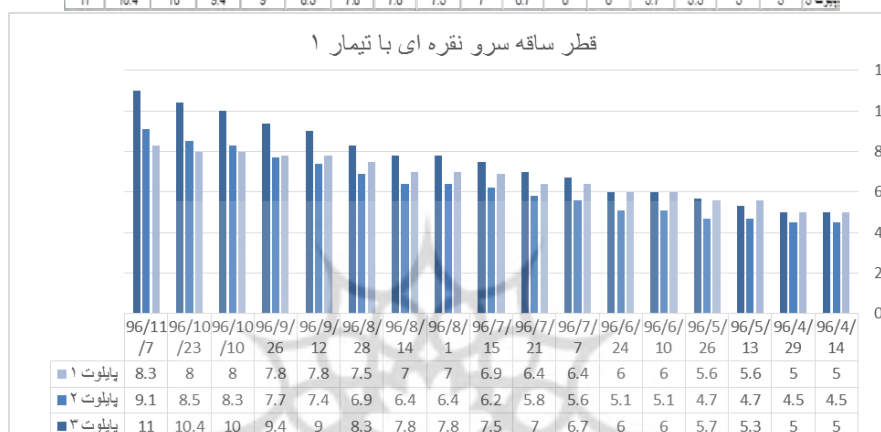
قطر ساقه

قطر ساقه نیز همانند طول ساقه از جمله مهمترین متغیرهای وابسته به شمار می‌آید. اندازه‌گیری قطر ساقه معمولا با کولیس و یا متر پارچه ای انجام می‌گیرد که تغییرات آن در گیاهان مورد آزمایش (سرو نقره ای و توت نرک) با

هر ۲ تیمار مورد ارزیابی و سنجش قرار گرفته است. در جدول ۷ تغییرات پارامتر قطر ساقه در گیاه نقره ای با تیمار ۱ (T₁) در هر ۳ پایلوت (H₁، H₂، H₃) اندازه‌گیری و ثبت شده است. نمودار شکل ۸ بیانگر آن می‌باشد که تیمار ۱ در گیاه سرو نقره ای اولاً باعث بهترین رشد در پایلوت ۳ و همچنین باعث بیشترین تغییر در قطر ساقه در فصل پاییز شده است.

جدول ۷. اندازه‌گیری قطر ساقه در سرو نقره ای با تیمار ۱ در هر ۳ پایلوت (Source: Authors)

تاریخ	96/11/7	96/10/23	96/10/10	96/9/26	96/9/12	96/8/28	96/8/14	96/8/1	96/7/15	96/7/21	96/7/7	96/6/24	96/6/10	96/5/26	96/5/13	96/4/29	96/4/14
پایلوت ۱	8.3	8	8	7.8	7.8	7.5	7	7	6.9	6.4	6.4	6	6	5.6	5.6	5	5
پایلوت ۲	9.1	8.5	8.3	7.7	7.4	6.9	6.4	6.4	6.2	5.8	5.6	5.1	5.1	4.7	4.7	4.5	4.5
پایلوت ۳	11	10.4	10	9.4	9	8.3	7.8	7.8	7.5	7	6.7	6	6	5.7	5.3	5	5



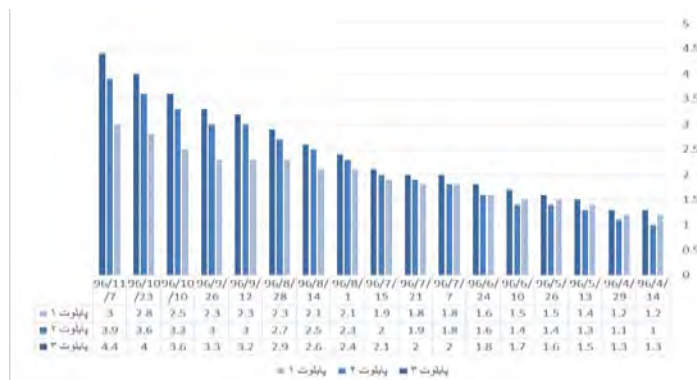
شکل ۸. تغییرات قطر ساقه در گیاه سرو نقره ای با تیمار ۱ در هر ۳ پایلوت (Source: Authors)

طول برگ

طول برگ از متغیرهای وابسته رشد هر گیاه به شمار می‌آید که تغییرات آن بعد از مدتی که برگ‌های گیاه پدیدار می‌شوند (گیاه توت نرک) به صورت میلیمتری است. اما در گیاه سرو نقره ای که در همان زمانی که نهال بود برای این پژوهش تهیه شد، دارای برگ‌های فراوان سوزنی شکل بود که اندازه‌گیری تغییرات تمامی برگ‌های آنها در هر ۳ پایلوت کار بسیار سختی بود. اما با توجه به داده‌های علمی و تجربه‌های عملی فضای سبز شهر تهران و گیاه‌شناسان با تجربه، اندازه‌گیری تغییرات طول برگ در گیاه سرو نقره ای با علامت گذاری چند برگ به صورت رندوم در هر گیاه انجام و میانگین تغییراتشان نسبت به تیماری که با آنها آبیاری می‌شدند ثبت شد. در جدول ۸ اندازه‌گیری میانگین تغییرات طول برگ در گیاه سرو نقره ای با تیمار ۱ (T₁) ثبت شده است. در جدول ۹ اندازه‌گیری میانگین تغییرات طول برگ در گیاه سرو نقره ای با تیمار ۲ (T₂) در هر ۳ پایلوت ثبت شده است. در زیر شکل ۱۰، تغییرات میانگین طول برگ در گیاه سرو نقره ای با تیمار ۲ در هر ۳ پایلوت ترسیم شده است. نمودار شکل ۱۰ نشان می‌دهد تغییرات طول برگ در گیاه سرو نقره ای با تیمار ۲ تقریباً در هر ۳ پایلوت یکسان بوده اما این تغییرات در فصل زمستان در پایلوت ۳ بیشتر بوده.

جدول ۸. اندازه‌گیری میانگین تغییرات طول برگ سرو نقره ای با تیمار ۱ در هر ۳ پایلوت (Source: Authors)

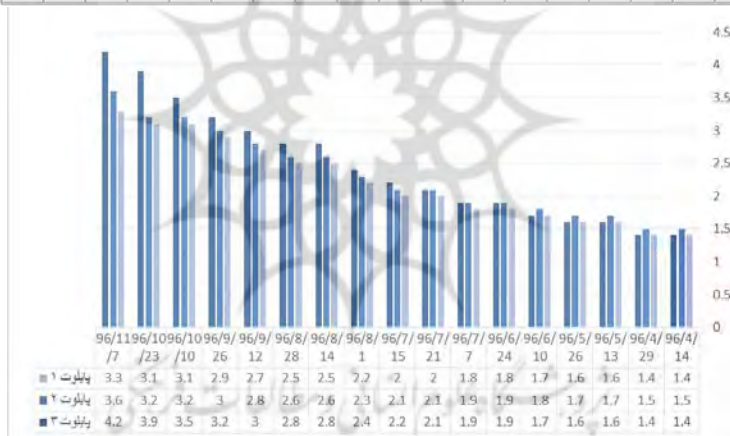
تاریخ	96/11/7	96/10/23	96/10/10	96/9/26	96/9/12	96/8/28	96/8/14	96/8/1	96/7/15	96/7/21	96/7/7	96/6/24	96/6/10	96/5/26	96/5/13	96/4/29	96/4/14
پایلوت ۱	3	2.8	2.5	2.3	2.3	2.3	2.1	2.1	1.9	1.8	1.8	1.6	1.5	1.5	1.4	1.2	1.2
پایلوت ۲	3.9	3.6	3.3	3	3	2.7	2.5	2.3	2	1.9	1.8	1.6	1.4	1.4	1.3	1.1	1
پایلوت ۳	4.4	4	3.6	3.3	3.2	2.9	2.6	2.4	2.1	2	2	1.8	1.7	1.6	1.5	1.3	1.3



شکل ۹، میانگین تغییرات طول برگ در گیاه سرو نقره ای با تیمار ۱ (T1) در هر ۳ پایلوت (Source: Authors)

جدول ۹، میانگین تغییرات طول برگ سرونقره ای با T2 در هر ۳ پایلوت (Source: Authors)

تاریخ	96/11/7	96/10/23	96/10/10	96/9/26	96/9/10	96/8/26	96/8/14	96/8/1	96/7/15	96/7/21	96/7/7	96/6/24	96/6/10	96/5/26	96/5/13	96/4/29	96/4/14
پایلوت ۱	3.3	3.1	3.1	2.9	2.7	2.5	2.5	2.2	2.2	2.2	1.8	1.8	1.7	1.6	1.6	1.4	1.4
پایلوت ۲	3.6	3.2	3.2	3.0	2.8	2.6	2.6	2.3	2.1	2.1	1.9	1.9	1.8	1.7	1.7	1.5	1.5
پایلوت ۳	4.2	3.9	3.5	3.2	3.0	2.8	2.8	2.4	2.2	2.1	1.9	1.9	1.7	1.6	1.6	1.4	1.4



شکل ۱۰، تغییرات طول برگ در گیاه سرو نقره ای با تیمار ۲ (T2) در هر ۳ پایلوت (Source: Authors)

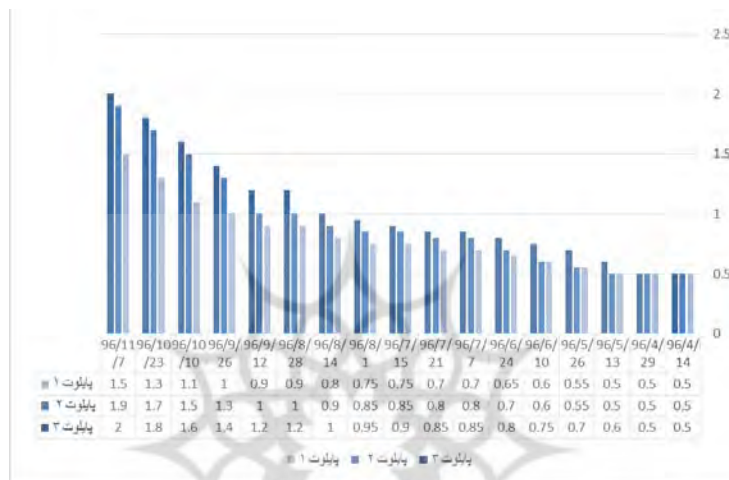
عرض برگ

عرض برگ نیز از جمله متغیرهای وابسته رشد در گیاهان سرو نقره ای و توت نرک می باشد که درباره گیاه توت نرک در بخش های بعدی صحبت خواهد شد. اما همان طور که در پارامتر طول برگ گفته شد، گیاه سرو نقره ای خود دارای برگهای سوزنی شکل بسیار زیادی حتی زمانی که نهال است، میباشد. برگهایی که عمدتاً به رنگ سبز تیره و کدر و در سن پایین به صورت خشک و ترد بوده و طبق مشاهدات و گزارشات، تغییرات رشد عرض برگ در سرو نقره ای در ابتدای دوره رشد (بستگی به مکان کاشت و آب و هوا) بسیار کم و به صورت میلیمتری است. در این پژوهش برای اندازه گیری میانگین تغییرات عرض برگ به دلیل وجود تعداد زیاد برگها، همانند بخش قبل چند برگ به صورت رندوم انتخاب شده است، تمامشان علامت گذاری شدند، تغییراتشان به مدت ۸ ماه تا اواخر پاییز به صورت هفتگی اندازه گیری، ثبت و در جداول ۱۰ و ۱۱ و نمودارهای اشکال ۱۱ و ۱۲ درج شد.

جدول ۱۰، میانگین تغییرات عرض برگ در سرو نقره ای با T_1 در ۳ پایلوت (Source: Authors)

تاریخ	96/11/7	96/10/23	96/10/10	96/9/26	96/9/12	96/8/28	96/8/14	96/8/1	96/7/15	96/7/21	96/7/7	96/6/24	96/6/10	96/5/26	96/5/13	96/4/29	96/4/14
پایلوت ۱	1.5	1.3	1.1	1	0.9	0.9	0.8	0.75	0.75	0.7	0.7	0.65	0.6	0.55	0.5	0.5	0.5
پایلوت ۲	1.9	1.7	1.5	1.3	1	1	0.9	0.85	0.85	0.8	0.8	0.7	0.6	0.55	0.5	0.5	0.5
پایلوت ۳	2	1.8	1.6	1.4	1.2	1.2	1	0.95	0.9	0.85	0.85	0.8	0.75	0.7	0.6	0.5	0.5

همچنین نمودار ۴-۸ نمایانگر متوسط تغییرات عرض برگ در گیاه سرو نقره ای که با تیمار اول (مقدار نیاز واقعی گیاه به آب) در هر ۳ پایلوت ۱۵۰۰-۱۷۰۰-۱۹۰۰ واقع در بوستان قیطریه در منطقه ۱ و پارک جنگلی یاس فاطمی واقع در منطقه ۴ آبیاری شده است، می‌باشد.

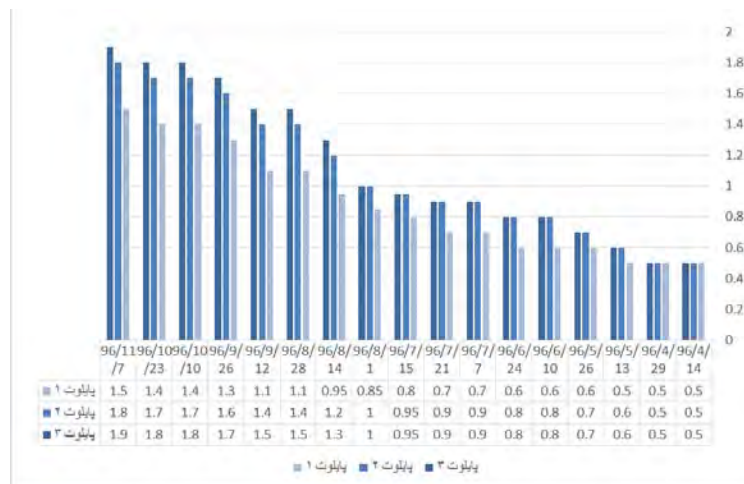


شکل ۱۱، تغییرات عرض برگ در گیاه سرو نقره ای با تیمار ۱ در هر ۳ پایلوت (Source: Authors)

نمودار شکل ۱۱ نشان می‌دهد بیشترین تغییرات عرض برگ در سرو نقره ای با تیمار ۱ در زمستان بوده و در پایلوت ۳ کمی بیشتر است. در زیر جدول ۱۱ مربوط به تغییرات اندازه‌گیری عرض برگ در گیاه سرو نقره ای با تیمار دوم برای هر ۳ پایلوت و نمودار شکل ۱۲ مربوط به میانگین تغییرات اندازه‌گیری شده عرض برگ در گیاه سرو نقره ای با تیمار دوم برای هر ۳ پایلوت نمایش داده شده است.

جدول ۱۱، اندازه‌گیری تغییرات عرض برگ در گیاه سرو نقره ای با تیمار ۲ (T_2) در هر ۳ پایلوت (Source: Authors)

تاریخ	96/11/7	96/10/23	96/10/10	96/9/26	96/9/12	96/8/28	96/8/14	96/8/1	96/7/15	96/7/21	96/7/7	96/6/24	96/6/10	96/5/26	96/5/13	96/4/29	96/4/14
پایلوت ۱	1.5	1.4	1.4	1.3	1.1	1.1	0.95	0.85	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5
پایلوت ۲	1.8	1.7	1.7	1.6	1.4	1.4	1.2	1	0.95	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5
پایلوت ۳	1.9	1.8	1.8	1.7	1.5	1.5	1.3	1	0.95	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5



شکل ۱۲، تغییرات عرض برگ در گیاه سرو نقره ای با تیمار ۲ در هر ۳ پایلوت (Source: Authors)

نمودار شکل ۱۲ نشان می‌دهد که میانگین تغییرات عرض برگ در گیاه سرو نقره ای با تیمار ۲ (نصف نیاز آبی گیاه) در اواخر پاییز و زمستان بیشتر بوده که این تغییرات در فصل پاییز در پایلوت ۲ و ۳ یکسان بوده اما در فصل زمستان این تغییرات در پایلوت ۳ یعنی ارتفاع ۱۹۰۰ متر از سطح دریا کمی بیشتر از پایلوت ۲ با ارتفاع ۱۷۰۰ متر بوده است.

گونه توت نرک

گونه توت نرک بر خلاف سرو نقره ای که سوزنی برگ می‌باشد، پهن برگ است. در ابتدای کاشت یعنی در زمانی که نهال می‌باشد دو تا سه هفته (بستگی به مکان کاشت و آب و هوا) رویش برگ جدیدی در آن دیده نمی‌شود اما بعد از گذشت مدتی شاهد رویش برگ‌های زیبایی هستیم که به جز آب و هوا و منطقه کاشت، به درصد تبخیر و تعرق، میزان نور، باد و خاک و... بستگی دارد. در این بخش تغییرات هریک از پارامترهای فیزیکی رشد توت نرک نظیر طول ساقه، قطر ساقه ، طول برگ و عرض برگ برای هر تیمار به طور مجزا و برای هر ۳ پایلوت پرداخته شده است.

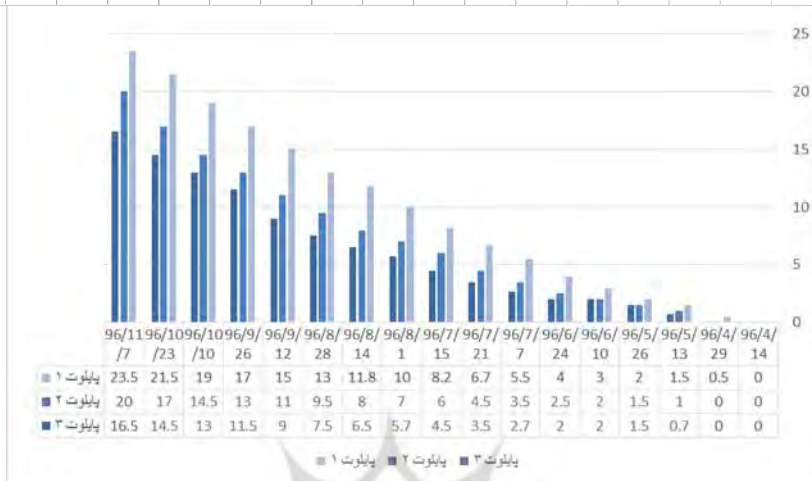
طول ساقه

در این پژوهش پارامتر طول ساقه از جمله مهمترین متغیر وابسته رشد گیاه توت نرک می‌باشد. اما به دلیل ارتفاع بلند بعضی از نهال‌های توت نرک، اندازه‌گیری ارتفاع از روی ریشه تا بالای گیاه کار دشواری بود. لذا در این پروژه اندازه‌گیری تغییرات طول ساقه همانند گونه سرو نقره ای به این صورت انجام گرفت که ۲ نقطه قابل دسترس در ساقه گیاه را انتخاب کرده، آنها را علامت گذاری کرده و بعد از آن تغییرات طولی که مابین این دو نقطه در ساقه‌های انتخاب شده به وجود می‌آید اندازه‌گیری شده و میانگینشان به عنوان تغییر طول ساقه گیاه ثبت شد.

در زیر جدول ۱۲ (تاثیر تیمار اول) و ۱۳ (تاثیر تیمار دوم) مربوط به اندازه‌گیری تغییرات طول ساقه و نمودارهای اشکال ۱۳ (تاثیر تیمار اول) و ۱۴ (تاثیر تیمار دوم) برای تغییرات طول ساقه به صورت مجزا برای گیاه توت نرک در هر ۳ پایلوت قرار دارند.

جدول ۱۲، اندازه‌گیری تغییرات طول ساقه در گیاه توت نرک با تیمار ۱ (T₁) در هر ۳ پایلوت (Source: Authors)

تاریخ	96/4/14	96/4/29	96/5/13	96/5/26	96/6/10	96/6/24	96/7/7	96/7/21	96/7/15	96/8/1	96/8/14	96/8/28	96/9/12	96/9/26	96/10/10	96/10/23	96/11/7
پایلوت ۱	0	0.5	1.5	2	3	4	5.5	6.7	8.2	10	11.8	13	15	17	19	21.5	23.5
پایلوت ۲	0	0	1	1.5	2	2.5	3.5	4.5	6	7	8	9.5	11	13	14.5	17	20
پایلوت ۳	0	0	0.7	1.5	2	2	2.7	3.5	4.5	5.7	6.5	7.5	9	11.5	13	14.5	16.5



شکل ۱۳، تغییرات طول ساقه در گیاه توت نرک با تیمار ۱ در هر ۳ پایلوت (Source: Authors)

جدول ۱۳، اندازه‌گیری تغییرات طول ساقه در گیاه توت نرک با تیمار ۲ (T₂) در هر ۳ پایلوت (Source: Authors)

تاریخ	96/4/14	96/4/29	96/5/13	96/5/26	96/6/10	96/6/24	96/7/7	96/7/21	96/7/15	96/8/1	96/8/14	96/8/28	96/9/12	96/9/26	96/10/10	96/10/23	96/11/7
پایلوت ۱	0	0	0.5	1.5	2	2.8	3.5	5	6.4	7.9	9.8	11.8	14	16.5	19	21.5	23
پایلوت ۲	0	0	0.5	1.5	2	2.5	3	3.8	4.5	5.7	7	8.5	10	11.8	13.3	15.5	18
پایلوت ۳	0	0	0	0.5	1	1.5	2	2.7	3.4	4.2	5.2	6.3	7.5	8.9	10.5	12	13.7



شکل ۱۴، تغییرات متغیر طول ساقه در گیاه توت نرک با تیمار ۲ در هر ۳ پایلوت (Source: Authors)

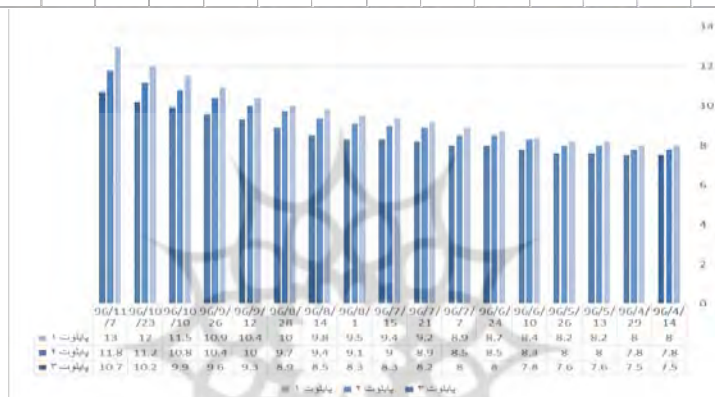
نمودار شکل ۱۴ نشان می‌دهد که طول ساقه توت نرک با تیمار دوم در ارتفاع پایین تر یعنی ۱۵۰۰ متر رشد بیشتری داشته همچنین از میانگین تغییرات طول ساقه توت نرک می‌توان نتیجه گرفت که بیشترین افزایش برای اواخر پاییز و اوایل زمستان بوده است.

قطر ساقه

اندازه‌گیری تغییرات قطر ساقه در گیاه توت نرک به این صورت انجام گرفت که به دلیل اینکه قطر ساقه اصلی گیاه از روی ریشه تا نوک نهال ضخامت متفاوتی دارند لذا ۲ نقطه روی ساقه گیاه علامت گذاری کرده، در هر دوره تغییرات آن دو نقطه اندازه‌گیری شده سپس میانگین تغییرات ضخامت قطر این دو نقطه به عنوان تغییرات قطر ساقه در گیاه توت نرک در جداول ۱۴ و ۱۵ و نمودارهای اشکال ۱۵ و ۱۶ ثبت شد.

جدول ۱۴، اندازه‌گیری تغییرات قطر ساقه در گیاه توت نرک با تیمار ۱ (T₁) در هر ۳ پایلوت (Source: Authors)

تاریخ	96/4/14	96/4/29	96/5/13	96/5/26	96/6/10	96/6/24	96/7/7	96/7/21	96/7/15	96/8/1	96/8/14	96/8/28	96/9/12	96/9/26	96/10/10	96/10/23	96/11/7
پایلوت ۱	8	8	8.2	8.4	8.7	8.9	9.2	9.4	9.5	9.8	10	10.4	10.9	11.5	12	13	
پایلوت ۲	7.8	7.8	8	8	8.3	8.5	8.5	8.9	9	9.1	9.4	9.7	10	10.4	10.8	11.2	11.8
پایلوت ۳	7.5	7.5	7.6	7.6	7.8	8	8	8.2	8.3	8.3	8.5	8.9	9.3	9.6	9.9	10.2	10.7

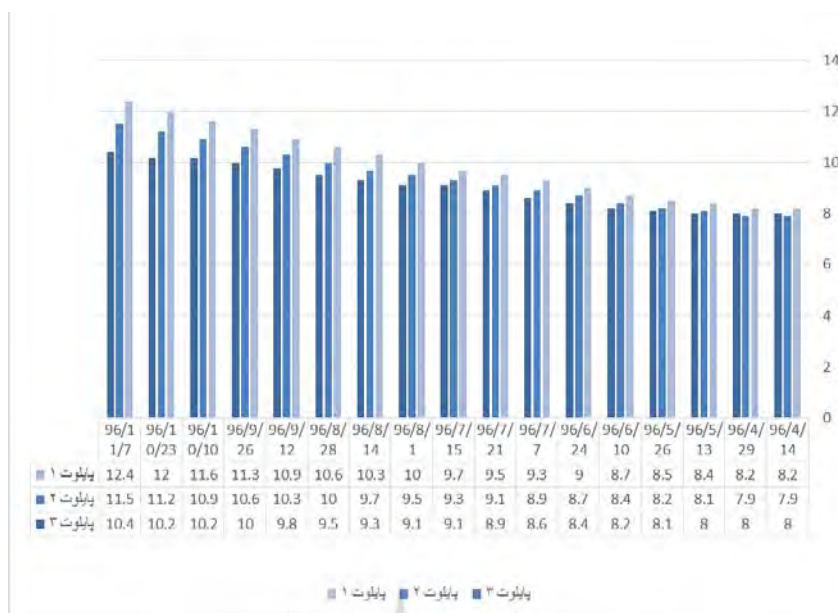


شکل ۱۵، تغییرات پارامتر قطر ساقه در گیاه توت نرک با تیمار ۱ در هر ۳ پایلوت (Source: Authors)

نمودار شکل ۱۵ بیانگر این است که قطر ساقه توت نرک با تیمار اول با اختلاف کمی در پایلوت ۱ (ارتفاع ۱۵۰۰) رشد بیشتری داشته و بیشترین رشد در اواخر فصل زمستان بوده است. در جدول ۱۵ و نمودار شکل ۱۶ اندازه‌گیری تغییرات قطر ساقه گیاه توت نرک با تیمار دوم در هر ۳ پایلوت از تابستان تا اواخر زمستان ثبت و نشان داده شده است.

جدول ۱۵، اندازه‌گیری تغییرات قطر ساقه در گیاه توت نرک با تیمار ۲ (T₂) در هر ۳ پایلوت (Source: Authors)

تاریخ	96/4/14	96/4/29	96/5/13	96/5/26	96/6/10	96/6/24	96/7/7	96/7/21	96/7/15	96/8/1	96/8/14	96/8/28	96/9/12	96/9/26	96/10/10	96/10/23	96/11/7
پایلوت ۱	8.2	8.2	8.4	8.5	8.7	9	9.3	9.5	9.7	10	10.3	10.6	10.9	11.3	11.6	12	12.4
پایلوت ۲	7.9	7.9	8.1	8.2	8.4	8.7	8.9	9.1	9.3	9.5	9.7	10	10.3	10.6	10.9	11.2	11.5
پایلوت ۳	8	8	8	8.1	8.2	8.4	8.6	8.9	9.1	9.1	9.3	9.5	9.8	10	10.2	10.4	10.4



شکل ۱۶، تغییرات قطر ساقه در گیاه توت نرک با تیمار ۲ در هر ۳ پایلو (Source: Authors)

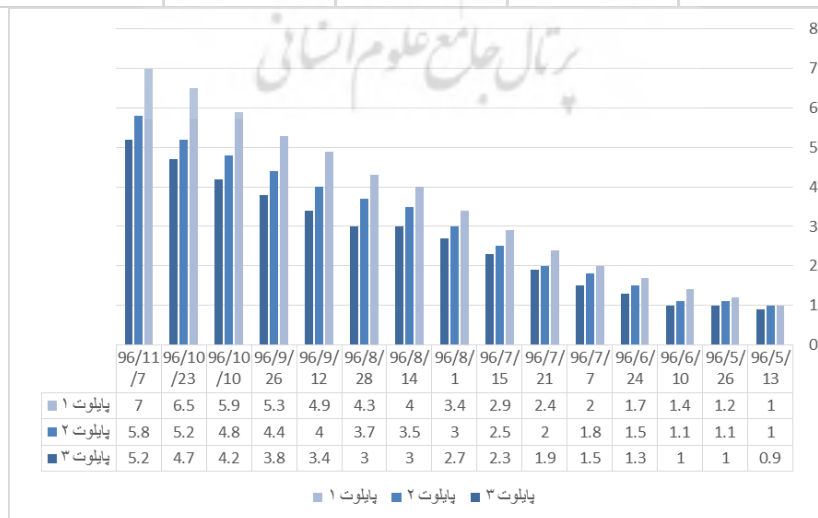
نمودار شکل ۱۶ نشان می‌دهد قطر ساقه توت نرک با تیمار دوم در هر ۳ پایلو رشد خوبی داشته اما در اواخر فصل زمستان در پایلو ۱ (ارتفاع ۱۵۰۰ متر) رشد نسبی بیشتری نسبت به ۲ پایلو دیگر داشته است.

عرض برگ

همانند بخش‌های بالا میانگین تغییرات عرض برگ در گیاه توت نرک در ۳ پایلو که با هر ۲ تیمار آبیاری شدند اندازه‌گیری شد و مقادیر آن در ۲ جدول ۱۶ و ۱۷ و نمودار اشکال ۱۷ و ۱۸ زیر درج شدند.

جدول ۱۶، اندازه‌گیری پارامتر عرض برگ در گیاه توت نرک با تیمار ۱ (T₁) در هر ۳ پایلو (Source: Authors)

تاریخ	96/4/14	96/4/29	96/5/13	96/5/26
پایلو ۱	—	—	1	1.2
پایلو ۲	—	—	1	1.1
پایلو ۳	—	—	0.9	1

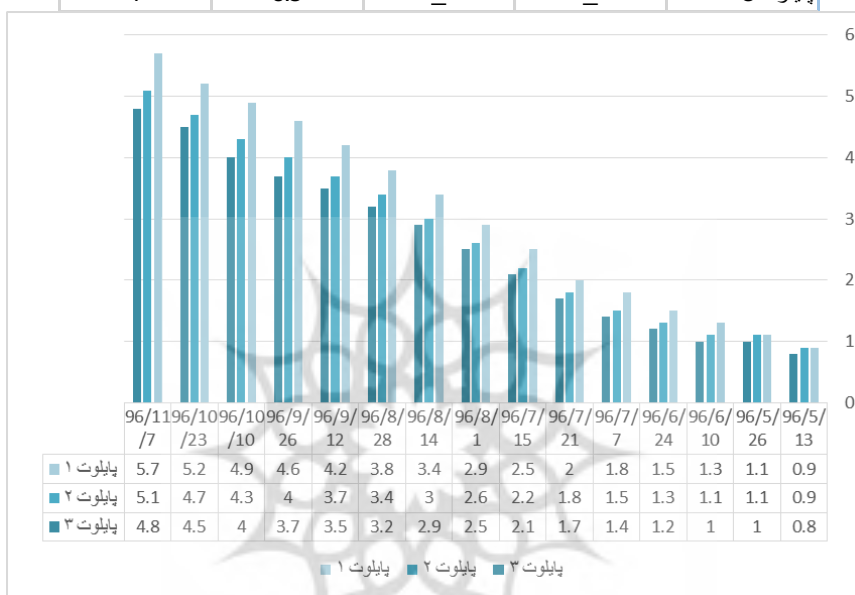


شکل ۱۷، میانگین تغییرات توت نرک در هر ۳ پایلوت با تیمار ۱ (T₁) (Source: Authors)

در جدول ۱۷ و نمودار شکل ۱۸ اندازه‌گیری تغییرات عرض برگ در گیاه توت نرک با تیمار دوم در هر ۳ پایلوت از اواسط تابستان تا اواخر زمستان ثبت و نشان داده شده است.

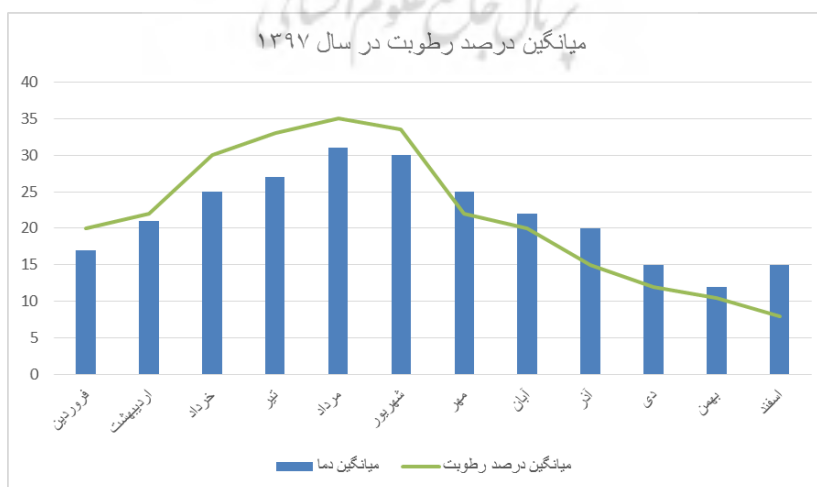
جدول ۱۷، اندازه‌گیری تغییرات عرض برگ در گیاه توت نرک با تیمار ۲ (T₂) در هر ۳ پایلوت (Source: Authors)

تاریخ	96/5/26	96/5/13	96/4/29	96/4/14
پایلوت 1	1.1	0.9	—	—
پایلوت 2	1.1	0.9	—	—
پایلوت 3	1	0.8	—	—



شکل ۱۸، میانگین تغییرات عرض برگ در گیاه توت نرک در هر ۳ پایلوت با تیمار دوم (T₂) (Source: Authors)

نمودار شکل ۱۸ نمایانگر آن است که رشد عرض برگ توت نرک با تیمار دوم در پایلوت ۱ بیشتر بوده (ارتفاع ۱۵۰۰ متر) و بیشترین تغییرات عرض برگ در فصل پاییز بوده است. در زیر نمودار ۱۹ نشان دهنده میزان تغییر درصد رطوبت نسبت به درجه حرارت و تغییر دما از سایت سازمان هواشناسی استان تهران در ۱۲ ماه سال ۱۳۹۷



شکل ۱۹، تغییرات درصد رطوبت نسبت به دما (Source: Tehran Province Meteorological Administration)

نتیجه‌گیری و دستاورد علمی و پژوهشی

این پژوهش در ۳ مرحله عملیات میدانی، تحلیل و سنجش داده‌ها انجام گرفته است و به دنبال اثبات این موضوع بود که آیا تغییر تراز ارتفاعی ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر از سطح دریا می‌تواند تاثیر محسوسی بر رشد گیاه داشته باشد. تیماری که در این پژوهش مورد آزمایش قرار گرفت ۲ نوع آبیاری بود، تیمار اول: آبیاری گیاه با همان نیاز آبی واقعی و ثبت شده و تیمار دوم: آبیاری گیاه با ۱/۲ نیاز واقعی به آب. همچنین ۳ پایلوت برای این تحقیق در نظر گرفته شد و موقعیتشان واقع در پارک جنگلی یاس فاطمی در تراز ارتفاعی ۱۷۰۰ و ۱۹۰۰ متر از سطح دریا و بوستان قیطریه با تراز ارتفاعی ۱۵۰۰ متر انتخاب شد. گیاهان منتخب برای این پژوهش سرو نقره ای و توت نرک بودند که علت انتخابشان سازگاری با آب و هوای شهر تهران، نیاز آبی کمتر و وجود گیاهان شاهد از این دو نوع در سطح شهر و پارک‌ها (گیاه منتخب فضای سبز شهرداری) بود. سنجش‌های مورد ارزیابی در این پژوهش اندازه‌گیری متغیرهای وابسته هر دو گیاه از جمله: رشد ساقه، قطر ساقه، رشد برگ و طول آن بود که به مدت ۸ ماه به طول انجامید و حاصل آن نتایج تحلیلی و جداول و نمودارهایی تطبیقی بود.

نتایج اصلی خروجی این پژوهش درآیتم‌های زیر ارائه شده است

- روش RBD در چنین تحقیق‌هایی می‌تواند کمک زیادی برای دستیابی به جواب کاملتر ارائه دهد. اما لازم است که متغیرهای آزمایش فراوانتر و تعداد گونه‌های بیشتری در اختیار داشت تا به جواب دقیق تری دست یافت.
- پوشش گیاهی رایج فضای سبز شهر تهران چندین دسته مانند (بوته ای، درختچه ای، درختی و...) می‌باشد که بهتر است در چنین پژوهش‌هایی هر کدام از این دسته‌ها وجود داشته باشد، تا این که فقط از یک نوع استفاده شود.
- پژوهش‌هایی که تاکنون انجام شده است، هیچ کدام به تغییر تراز ارتفاع در فضای شهری پرداخته اند. اما این تحقیق تغییرات چشمگیری را در تفاوت تراز ارتفاعی در سطح شهر مشاهده کرد.
- گونه توت نرک که به عنوان یک گونه در سطح فضای سبز کلان شهر تهران بوده است در ترازهای مختلف، جذب آب و نیاز آبی متفاوتی را نشان داد. این مورد بیانگر آن است که تغییرات رشد متفاوت این گونه در داخل فضای سبز شهری می‌تواند متاثر از ارتفاع باشد.
- گونه سرو نقره ای که در سطح فضای سبز شهر تهران رایج تر بوده و در ۳ تراز ارتفاعی با اختلاف ۲۰۰ متر تغییرات رشد محسوسی نداشت و می‌توان گفت تقریباً جذب آب یکسانی داشت.
- در این پژوهش در ۲ تراز ارتفاعی بالاتر (۱۷۰۰ و ۱۹۰۰) متر از سطح دریا نسبت به تراز ۱۵۰۰ متر تغییرات بیشتری در افزایش طول ساقه در گیاه توت نرک دیده شد که علت آن می‌تواند نور بیشتر، آلودگی کمتر و رطوبت باشد.
- طبق نمودارها و جداولی که از اندازه‌گیری‌های بعمل آمده جمع آوری شده اند، پارامترهای طول ساقه و دلتای گل‌های ایجاد شده در گونه توت نرک با افزایش ارتفاع ۲۰۰ متری تغییرات بیشتری را نسبت به دیگر شاخص‌های اندازه‌گیری داشته اند.

- در گونه سرو نقره ای شاخص طول ساقه تغییرات نسبتا محسوسی نسبت به دیگر متغیرها با توجه به تغییر تراز ارتفاعی داشته است.
 - رطوبت در گونه توت نرک در هر ۳ پایلوت شاخصی تاثیر گذار بود، چرا که بیشترین تاثیر را در ارتفاع ۱۵۰۰ متر در فصل بهار و تابستان داشته و جزئیات آن در فصل ۴ آورده شده است.
 - دما در هر ۲ گونه شاخص تاثیر گذاری بود به این صورت که در گیاه سرو نقره ای دمای بالا (اواخر بهار و تابستان) رشد گیاه را کم کرده بود، اما در فصل پاییز و زمستان رشد خوبی از این گیاه دیده شد. در گیاه توت نرک همه چیز بالعکس بود و این گیاه در دمای بالا رشد بهتری داشت .
- نتایج کلی این پژوهش به طور مفصل در این بخش ذکر شده است اما نتیجه گیری که از یافته های اولیه میتوان داشت این است که، اولاً گونه سرو نقره ای در ارتفاعات بالاتر یعنی ۱۷۰۰ و ۱۹۰۰ متری رشد نسبتا بهتری از خود نشان داد، دوم اینکه با توجه به داده های جمع آوری شده و نمودارها تفاوت معنی داری در رشد گیاه سرو نقره ای با تیمار ۱ نسبت به تیمار دوم (در پایلوت ۱ و ۲) دیده نشد. لذا میتوان گفت که سرو نقره ای به طور میانگین در ارتفاع بالاتر از ۱۶۵۰ متر در شهر تهران با نصف نیاز آبی خود نیز رشد مطلوبی دارد که این امر سبب صرفه جویی زیادی در مصرف آب میشود. همچنین در گیاه توت نرک که اتفاقا در ارتفاعات پایین تر رشد بهتری از خود نشان داد، تفاوت مهمی در آبیاری با تیمار اول نسبت به تیمار دوم در ارتفاع ۱۵۰۰ و ۱۷۰۰ متری مشاهده نشد. اما در ارتفاع ۱۹۰۰ متری تیمار دوم از رشد توت نرک کاسته و گیاه را تا پای خشک شدن پیش برد که مشخص شد برای رشد مناسب به آب بیشتر و تا حدی به ارتفاع پایین تر نیاز دارد.
- نکته قابل توجه در دستاوردهای این پژوهش شناسایی و اهمیت پارامترهای موثر بر رشد پوشش گیاهی و مصرف آب شهری در بخش مصارف عمومی می باشد. رهاورد این تحقیق به عنوان یک پژوهش میان رشته ای برای متخصصان مدیریت شهری، برنامه ریزی شهری، مدیریت منابع آب و کشاورزی و فضای سبز از اهمیت دوچندانی برخوردار است. در واقع نگاه نوینی بر پارامترهای جغرافیایی یک شهر میتواند نه تنها تحولی عمیق در مدیریت شهری ایجاد نماید که در شرایط بحران بسیاری از مشکلات و معضلات مانند کمبود آب را نیز رفع و نگرش نوین را جایگزین نگرش سنتی در مدیریت شهری پایدار نماید. این در حالی است که رفاه و امنیت روانی و آرامش حاصل از پیاده سازی سامانه های طبیعی در شهرهای دست ساز بشر ارمغانی است برای شهروندان. لذا در کلیه برنامه های راهبردی و استراتژیک نگرش نوین ارزیابی متغیرهای جغرافیایی باید از جلوه های نوین مدیریت و برنامه ریزی شهری باشد. پیوند ناگسستنی دانش جغرافیا و مدیریت و مهندسی آب امروزه یکی از موثرترین راهکارهای غیرسازه ای و مدیریتی برای مواجهه تاثیرگذار با بحران منابع ب و محیط زیست است.
- بنابراین نکاتی که به عنوان ماتریس تصمیم ساز باید در برنامه ریزی و مدیریت شهری و تدوین و تهیه طرح های جامع و تفصیلی شری خصوصا در کلانشهرها در نظر گرفته شود را میتوان در قالب گزاره های زیر خلاصه نمود:
- مطالعه و طرح و برنامه ریزی فضای سبز شهری با نگرش توسعه گونه های گیاهی بومی و متمرکز

- طراحی مدیریت تامین آب با در نظر گرفتن نیاز آبی گونه و تراز ارتفاعی و متغیرهای اقلیمی زیست‌گاه
 - ارزیابی تاثیر تنش‌های محیط وارده بر فضای سبز شهری ناشی از فعالیت‌های انسانی شهری
 - توسعه شاخص ارتفاعی و نیاز آبی برای هر یک از گونه‌های رایج فضای سبز شهری و تهیه بانک اطلاعاتی هوشمند برای تسریع در انتخاب گونه متناسب با منابع آب موجود
 - رعایت اصل کمترین مصرف آب و بیشترین تاج‌پوشش برای فضای سبز شهری
 - رعایت اصل کمترین استفاده از منابع آب زیرزمینی و بیشترین استفاده از رواناب و پساب محلی
- محققین در پایان این پژوهش دریافتند که نه تنها تراز ارتفاعی عاملی بسیار موثر در مصرف آب می‌باشد، که عاملی بسیار موثر در انتخاب گونه گیاهی و میزان رشد و باروری آن در فصول مختلف نیز است. علاوه بر تراز ارتفاعی متغیرهای اقلیمی می‌توانند از پارامترهای انسان‌ساخت نیز متأثر شوند مانند جزایر حرارتی شهری (Urban Heat Islands UHI) که یکی از شئون اصلی در مدیریت سبز و اکوسیستم‌های شهری است. بهره‌گیری از نتایج این پژوهش مدیریت شهری را در عرصه شهرهای اکولوژیکی جهان بسیار کارآمد خواهد نمود.
- اهمیت این پژوهش بر این موضوع استوار است که روش بلوکهای تصادفی طراحی آزمایش (RBD) را در بررسی فضای سبز شهری موثر یافت. لذا با توجه به روشهای نوین طراحی آزمایش که با هدف کاهش هزینه و تعداد آزمایش‌ها در پژوهش‌های میدانی و آزمایشگاهی توسعه یافته است مانند روه‌های تاگوچی، فاکتوریل، CRBD و ... این روش آزمون خود را در این پژوهش اثبات نمود.
- دستاورد دیگر این پژوهش رهیافتی مبنی بر ضرورت بازنگری برنامه آبیاری سنتی و پیمانکاری فضای سبز شهری خصوصاً شهرهای بزرگ ایران که با معضل کمبود منابع آب مواجه هستند، مانند تهران، می‌باشد. گونه‌های رایجی که می‌توانند با مقدار مصرف کمتری از آب به همان میزان رشد و کاربرد نایل شوند. نکته اساسی موقعیت جغرافیایی و توپوگرافیک است. در واقع تلفیقی از جغرافیایی طبیعی در جغرافیایی انسانی و شهری باید با یکدیگر ترکیب شوند و بتوانند به عنوان ابزاری در جهت کاهش مصرف منابع و توسعه پایدار جغرافیایی انسانی موثر واقع شوند.
- در خصوص دو گونه مورد بررسی فرضیه پژوهش یکسان نتیجه نداد. گونه توت نرک در ارتفاع بیشتر برای افزایش سرعت رشد و باروری بهمیزان آب بیشتر و گونه سرنقره‌ای در مدت مورد مطالعه با میزان آب کمتری نسبت به میزان آبیاری جاری در ارتفاع بالاتر نیاز داشته است. با این وجود بررسی گیاهان در محیط طبیعی برای دوره‌های بلند مدت یکساله و سه ساله می‌تواند تغییر چشم‌گیری در برنامه جامع فضای سبز و مصارف عمومی آب در کشور ایجاد نماید. در واقع نوع جدیدی از بازیافت آب در قبال کاهش مصرف غیر محسوس غیر مفید به عنوان یک منبع پنهان آب شهری می‌تواند یاد شود.

References

- Azarnivand H., Ghavam A., Sefidkon F., Tavili A. (2010) The effect of ecological characteristics on quality and quantity of the essential oil of *Achillea millefolium* L. SUBSP, Iranian J. Medical and Aromatic Plants, 25(4) 556-571
- Bagheri N., Razavian M.T., Tavakolinia J. (2019) Role of management in sustainability of neighbor tourism, New Approaches to Human Geography, 11(4), 17-37

- Bangwen Wang, Guanghui Zhang, Jian Duan, different analyzes of the relationship between sub-surface vegetation and topography Quentin D.read, leigh C. Moorhead, Nathan Swenson and etc, 2016.
- Daidzic, N. E. (2019) Climate and altitude impacts on atmospheric Lapse Rates, International Journal of Aviation, Aeronautics and Aerospace, 6(4).
- Duke, J. A. (2000). Handbook of nuts: herbal reference library (Vol. 4). CRC press.
- Elahi Choron M.A. Ramezanzadeh M, Eynali J. (2019) Estimation of real and effective physical board of tourism (case study: Parks of Noshahr city), New Approaches to Human Geography, 11(4), 582-599
- Energy Ministry (2008), Code of practice (535) on environmental instructions for irrigation via reused waster and treated wastewater, Office of Standards and Regulations
- Georgi, J. N., & Dimitriou, D. (2010). The contribution of urban green spaces to the improvement of environment in cities: Case study of Chania, Greece. Building and environment, 45(6), 1401-1414.
- Ghaderi I., Hasanzadeh I., Torkaman J. (2014) Effect of Altitude on Annual Diameter Growth of *Quercus libani* Oliv in Kurdistan Province, Journal of Plant Research, 26 (4), , 434-443
- Ghobadi R., Ghobadi M., Jalali Honarman S., Madani F., Farhadi B.(2017) Economic analysis of effect of water and nitrogen levels on grain yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) cv. SC 704. Iranian Journal of Crop Science 3(19), 220-238
- Guirado Artur Adriana, Tiago Barreto Garcez e Francisco Antonio Monteiro, effect of nitrogen and sulfur fertilizer compounds on water and water use efficiency, 2015.
- Guoju Wu, Xiaohong Liu, Tuo Chen, Guobao Xu, Wenzhi Wang, Xiaomin Zeng and Xuanwen Zhang, increasing carbon dioxide concentration will increase photocenter and increase water use efficiency (IWUE), 2015.
- Kong, F., Yin, H., Nakagoshi, N., & Zong, Y. (2010). Urban green space network development for biodiversity conservation: Identification based on graph theory and gravity modeling. Landscape and urban planning, 95(1-2), 16-27.
- Loic Pellissier, Aurelien Roger, Julia Bilat and Sergio Rasmann, effect of height, vegetation pressure and temperature on plant resistance, 2014.
- Magliulo, V., Bindi, M., & Rana, G. (2003). Water use of irrigated potato (*Solanum tuberosum* L.) grown under free air carbon dioxide enrichment in central Italy. Agriculture, ecosystems & environment, 97(1-3), 65-80.
- Moghimi N. & Momeni K (2019) Investigation and evaluation of green spaces performance in elderly requirements satisfaction, emphasising on urban parks, New Approaches to Human Geography, 11(3), 397-414
- Mostafa Zadeh Fard B., Oliyaei M.R., Evaluation of drip irrigation in Isfahan province, Agricultural Sci. and Natural Resources, 9(1), 103-115
- Neamatollah mortazavi keveshk, vegetation on green roofs and its benefits in the environment and plants, 2013.
- Qian Cai , Yulong Zhang , Zhanxiang Sun , Jiaming Zheng , Wei Bai , Yang Liu , Liangshan Feng, Chen Feng Zhe Zhang , Ning Yang , Jochem B. Evers , Lizhen Zhang, the effect of different water stresses on corn growth by pot experiment, 2017.
- Quentin D.Read, Leigh C. Moorhead, Nathan G. Swenson, Josheph K.Bailey and Nathan J. Sanders, 2014.
- Saeb K., Kakayee A., Babakhani B., Rahdari P., Hosseini, S. A., Jafari R. (2010) Effects of altitude on growth of *Urtica dioica* in north of Iran, Plant and Ecosystem 8(33), 31-40
- Shah Hosseini Z., Gholami A., Asghari H.R. (2011) Effects of altitude and humidity on growth of *Salvia Rosmarinus* in Semnan Province, Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture, 7(4), 41-53
- Tehran Province Meteorological Administration, (2019), Online Statistical Reports, <https://data.irimo.ir/>

- Ventrella, D., Charfeddine, M., Moriondo, M., Rinaldi, M., & Bindi, M. (2012). Agronomic adaptation strategies under climate change for winter durum wheat and tomato in southern Italy: irrigation and nitrogen fertilization. *Regional Environmental Change*, 12(3), 407-419.
- Viviroli, D., Archer, D. R., Buytaert, W., Fowler, H. J., Greenwood, G. B., Hamlet, A. F., ... & Lorentz, S. (2011). Climate change and mountain water resources: overview and recommendations for research, management and policy. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15(2), 471-504.
- W.C.Li, K.K.A. Yeung, environmental factors including altitude graients, change the characteristic of plants, 2011.
- Yaolin Lin, Jie Han, Guoqiang Zhang, introduce and analyze the development of green roofs in china, 2011.
- Yuliani, Soemarno, Bagyo Yanuwadi and Amin Setyo Leksono, investigation of the relationship between morphological variables and elevation levels in 3 samples of chicory family, 2010.



Investigation the impacts of urban geographical altitude on water consumption and growth of urban green space, Case study: Region one, Tehran municipality

Sadegh Partani*

Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, University of Bojnord, Bojnord, Iran

Atieh Mahmoudi Mozafar

Urban Human Ecology of Kargosha, B.Sc. in Green Space Engineering,

University of Tehran, Tehran, Iran

Mojhdeh Rabani

Urban Human Ecology of Kargosha, B.Sc. in Urban Engineering,

Payam Noor University, Bojnord, Iran

Abstract

This research is going to figure out the actual water demand of green space species in urban green space zones. Two main species that are spreaded in green space of Tehran metropolitan have been selected, Cupressus Arizonica and Morus Moraceae. The research was experimental with three testing prototypes (pilot) in three different altitudes. Each pilot included to blocks for each species. So according to randomized block design method of experimental design (RBD), 12 blocks have been treated for two species. Treatments were defined as normal current irrigation water consumption as first treatment and half amount of first treatment as the other one. Altitude differences were 200 meter between pilots. Experimental variables were stem length, diameter and growth, leaf width and numbers which were under measurement every two weeks during six month treatment. Results showed Cupressus Arizonica in both pilots was more compatible with second treatment and Morus Moraceae was compatible with second treatment only in one pilot. The Cupressus Arizonica species showed relatively better growth at higher altitudes of 1700 and 1900 meters, secondly, according to the collected data and charts, there was a significant difference in the growth of the silver cypress plant with treatment 1 compared to the second treatment (It was not seen in pilot 1 and 2).

Keywords: Water consumption optimization, Irrigation, Water demand, Green space species, Urban geography

* (Corresponding author)