دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

اثر عمق خاک و جهت جغرافیایی بر رطوبت خاک در جنگل‌های بلوط دچار خشکیدگی (تحقیق موردی: جنگل مله سیاه، استان ایلام)

ایاد اعظمی[۱]، احمد حسینی[۲] و جعفر حسین‌زاده[۳]

۱- مربی تحقیق، بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران
(نویسنده مسوول: ayada2012@gmail.com)
۲- استادیار تحقیق، بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران
۳- دانشیار تحقیق، بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران
تاریخ دریافت: ۹۷/۳/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۷/۴/۳۱

چکیده

شناخت تغییرات رطوبت به‌دلیل مرتبط بودن آن با ویژگی‌های هیدرولوژیکی، بوم‌شناختی و فیزیوگرافی ناحیه رویشگاهی مهم است. به‌این منظور میزان رطوبت خاک در چهار جهت اصلی و سه عمق ۵۰، ۷۰ و ۱۱۰ سانتی‌متری خاک به مدت دو سال آبی از مهر ۱۳۹۲ تا شهریور ۱۳۹٤ در منطقه جنگلی مله سیاه ایلام اندازه‌گیری و تجزیه داده‌ها در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با نرم‌افزار SAS انجام شد. نتایج نشان داد اثر جهت و عمق خاک بر رطوبت خاک معنی‌دار بود، به‌طوری‌که ذخیره رطوبتی در جهت جنوبی و شمالی با ۲۱/۹ و ۱۹/۷ و در دامنه شرقی و غربی ۱۹ و ۱۵/۵ میلی‌متر ثبت شد. همچنین متوسط ماهانه رطوبت خاک در سه عمق ۷۰، ۱۱۰ و ۵۰ به ترتیب ۱۸/٤، ۱۷/٤ و ۷/۵ میلی‌متر بود. به عبارتی اثر عمق خاک و جهت جغرافیایی بر رطوبت خاک مؤثر است اما در سال خشک ۹٤-۱۳۹۳ و دوره خشک سال (خرداد تا شهریور ماه) تغییرات قابل توجه نیست. هم‌چنین نتایج نشان داد نرخ خشکی ماهانه (گذر از دوره مرطوب به خشک سال) در سال مرطوب بیش از سال خشک است و با افزایش عمق خاک، بیشتر می‌شود. بر اساس تجزیه بافت خاک رویشگاه، دامنه رطوبت مطلوب برای رویش گیاهی بین ۱۵ تا ۳۰ درصد بود و بر این اساس بیشینه تنش خشکی وارده به پوشش گیاهی و به‌ویژه گونه بلوط در مرداد و شهریور ماه می‌باشد که مصادف با اوج رشد رویشی و مرحله زایشی گونه‌های درختی بلوط است.

واژه‌های کلیدی: بلوط، جهت جغرافیایی، عمق خاک، خشکیدگی، رطوبت خاک

مقدمه

آب محتوی خاک یکی از فاکتورهای مؤثر در رشد گیاه محسوب می‌شود. به عبارتی عامل اقلیم و رطوبت خاک کنترل کننده پویایی پوشش گیاهی است (۱۵). شناخت تغییرات رطوبت به‌دلیل مرتبط بودن آن با خصوصیات هیدرولوژیکی، بوم‌شناختی و فیزیوگرافی ناحیه رویشگاهی مهم است. البته تحقیقات زیادی به‌منظور بررسی تغییرات مکانی و زمانی رطوبت خاک و ارتباط آن با کاربری زمین، نوع پوشش گیاهی، خصوصیات خاک، عمق خاک و سایر عوامل پستی و بلندی انجام شده است (۱۵). در این راستا در تحقیقی در غرب هند تغییرات مکانی و زمانی رطوبت خاک در کاربری‌های جنگل‌کاری با آکاسیا، جنگل طبیعی و جنگل تخریب‌یافته و در سه عمق خاک ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ سانتی‌متر با بافت ماسه‌ای و ماسه‌ای رسی- لومی بررسی شد و نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری در میزان رطوبت خاک در سه کاربری جنگل، پوشش آکاسیا و اراضی تخریبی دیده نشد، اما میزان رطوبت در عمق‌های مختلف اختلاف معنی‌داری داشتند.

هم‌چنین اثر پوشش گیاهی بر تغییرات مکانی و زمانی رطوبت خاک مؤثر دانسته، اما تغییرات متأثر از پستی و بلندی را مهم‌تر می‌باشد (۲۱). در تحقیقی میزان تبخیر و تعرق و تنش رطوبتی در دو محدوده ۲/۲۵ و ۴ کیلومتر مربعی به‌ترتیب در دو منطه اوهایو و کارولینای شمالی در امریکا مدل‌سازی گردید و نتایج نشان داد حداکثر میزان تبخیر و تعرق به ترتیب در جهت جنوبی، یال‌ها، دره‌ها و شیب‌های با جهت شمالی می‌باشد و بیشترین محدودیت رطوبت خاک را در شیب جنوبی و یال‌ها است. اگرچه میزان محدودیت در رویشگاه اوهایو به دلیل بارش بیشتر، کمتر است (۴). بررسی رابطه بین الگوی مکانی رطوبت خاک با توزیع گونه‌های درختی در مقیاس دامنه (بازه ارتفاعی دامنه ۲۲۲ تا ۲۷۹ متر از سطح دریا) در منطقه آتلانتا آمریکا نشان داد که فتوسنتز در قسمت بالای دامنه به دلیل عمق کمتر خاک و محدودیت رطوبت، کمتر است، اما فتوسنتز در میانه دامنه و با افزایش عمق خاک و به‌واسطه رطوبت بیشتر محدود نشده است. اختلاف مکانی رطوبت در پایان فصل مرطوب (فوریه تا آوریل) و در فصل خشک تابستان (اواسط ژوئن تا آگوست) منجر به اختلاف در توزیع گونه‌های درختی در بالادست و پایین‌دست شیب می شود (۱۸). همچنین پستی و بلندی تاثیر زیادی بر رطوبت خاک در طول دوره‌های خشک تابستان دارد و این نقش در ایام مرطوب کمتر است. هم‌چنین تغییرات رطوبت خاک در لایه سطحی خاک به دلیل محدودیت رطوبت کم است، اما تغییرات رطوبت متناسب با افزایش عمق است (۲۰). در تحقیقی ارتباط عامل پستی و بلندی با زوال بلوط در ناحیه رویشی زاگرس در منطقه مله سیاه ایلام بررسی و مشخص شد که اثر جهت بر میزان خشکیدگی دانه‌زادها مؤثر است و در شاخه‌زادها عامل ارتفاع از سطح دریا مؤثرتر بوده است و هم‌چنین میزان خشکیدگی در جهت جنوبی بیش از جهت شمالی است (۸). در تحقیقی رطوبت خاک با مدل SWAT[1] شبیه‌سازی شد که نتایج نشان داد، مدل مذکور برای توزیع مکانی در مقیاس حوضه و توزیع زمانی در مقیاس روزانه قابل قبول است (۱۹). در تحقیقی در غرب بیرجند تغییرات رطوبت خاک در محدوده ریشه گیاه آترپیلکس کانسنس

1- Soil and Water Assessment Tool

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1397.6.11.7.8]
[DOI: 10.29252/ifej.6.11.41]

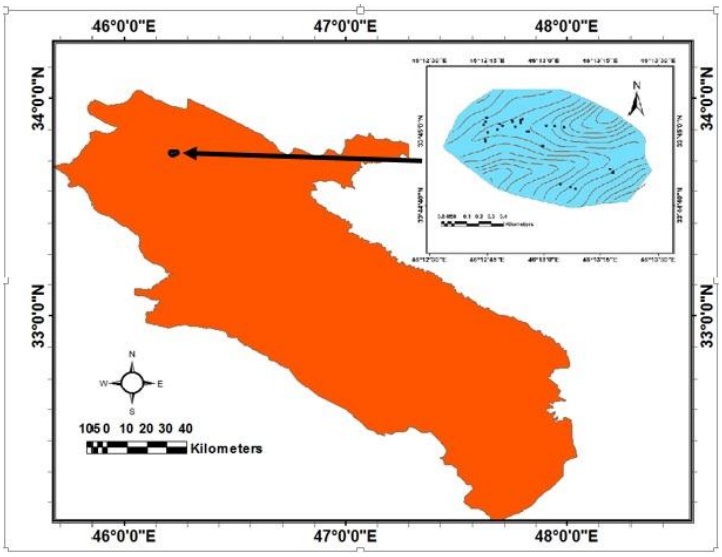
(*Atriplex Canescens*) بررسی و نتایج نشان داد که رطوبت حجمی در محدوده گیاه به واسطه توان جذب بیشتر است و با دور شدن از گیاه به‌صورت شعاعی کاهش می‌یابد. بیشینه تغییرات رطوبت خاک در تمام فواصل شعاعی از گیاه در عمق ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر و کمینه را در عمق ۶۰ تا ۱۰۰ ساتی‌متر می‌داند (۱۶). مهم‌ترین عامل در میزان رطوبت خاک بافت خاک، میزان و توزیع اندازه منافذ و مواد آلی است و هم‌چنین علاوه بر تغییرات مکانی و زمانی رطوبت خاک، تعیین دامنه رطوبتی غیر محدوده کننده (مطلوب) برای رشد رویشی گونه‌های گیاهی در هر رویشگاه حائز اهمیت است (۲). حد رطوبت زراعی به ویژگی‌های خاک و رطوبت پژمردگی، علاوه بر ویژگی‌های خاک، به نوع گونه، تراکم نظام ریشه‌ای و وضعیت اقلیمی بستگی دارد (۱۱). در این زمینه زارع حقی و همکاران، دامنه رطوبتی مطلوب برای نهال‌های پسته برای خاک با جرم ظاهری ۱/۵ بین ۱۴ تا ۴۳ درصد که در دامنه رطوبتی ۱۴-۷ درصد (رطوبت حجمی) موجب محدودیت فعالیت فیزیولوژیک و برای خاک با جرم مخصوص ۱/۸، دامنه مطلوب را ۱۹ تا ۲۳ درصد می‌داند (۲۴). در این خصوص داسیلوا و همکاران دامنه مطلوب رطوبت خاک (بین نقطه پژمردگی و ظرفیت زراعی) برای دو سطح ۱/۵ و ۱/۸ جرم مخصوص ظاهری، به ترتیب ۱۱ تا ۲۵ و ۲۰ تا ۲۲ درصد حجمی تعیین کردند (۳). در پژوهشی دیگر برای تعیین دامنه رطوبتی مطلوب، روش تعیین نیاز آبی معرفی شده است که بر اساس تشخیص پاسخ گیاهی به کمبود آب است (۱۴). در تحقیقی دیگر برای تشخیص وضعیت آبی گیاه از شاخص‌های فیزیولوژیک همانند هدایت روزنه‌ای، محتوی نسبی آب برگ، میزان پرولین و سطح برگ استفاده نمودند و دلیل استفاده این شاخص‌ها را ماهیت دینامیکی و رابطه مستقیم این شاخص‌ها با سایر شرایط اقلیمی و خاک دانسته‌اند (۲۵).

با توجه به اهمیت موضوع، در تحقیق پیش رو سعی گردید در رویشگاه جنگلی مله سیاه ایلام که از توده‌های بلوط دچار خشکیده جنگل‌های زاگرس است، تعاملات مربوط به شاخص رطوبتی، در ترکیب با متغیرهای توپوگرافی و ادافیکی با هدف اثر جهت جغرافیایی و عمق خاک بر رطوبت خاک و تعیین ماه‌های دچار تنش آبی بررسی شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در رویشگاه مله سیاه از توابع بخش چوار و در غرب شهر ایلام واقع شده است. ارتفاع منطقه ۱۱۰۰ تا ۱۶۰۰ متر از سطح دریا است. متوسط بارش منطقه ۵۶۰ میلی‌متر و متوسط دما ۱۶/۲ درجه سانتی‌گراد است. اقلیم منطقه مورد مطالعه براساس روش دومارتن، معتدل می‌باشد. منطقه اجرای طرح بر روی سازند زمین‌شناسی ایلام واقع شده است که دارای خاک لومی سیلتی است و عمق خاک بین ۲۰ تا حدود ۱۵۰ سانتی‌متر در نوسان است. در منطقه مورد مطالعه خشکیدگی‌های درختی به دنبال وقوع خشکسالی‌های شدید دهه اخیر ظاهر شده است. تیپ گیاهی منطقه از *Querqus-Annual grass & forbs* تشکیل شده است (۱۳). مختصات جغرافیایی منطقه و موقعیت نقاط اندازه‌گیری رطوبت در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه استان ایلام
Figure 1. Location of the studied area on the map of Ilam province

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1397.6.11.7.8]
[DOI: 10.29252/ifej.6.11.41]

روش پژوهش

در این تحقیق به‌منظور بررسی اثر عمق و جهت بر رطوبت خاک و دامنه مطلوب آن در رویشگاه ملەسیاه و تعیین دوره زمانی تنش خشکی وارده به پوشش گیاهی، مراحل اجرا به شرح زیر انجام شد.

۱- بررسی اثر جهت بر رطوبت خاک

به‌منظور بررسی اثر جهت بر رطوبت خاک، ۱۲ سنسور رطوبت سنج به ترتیب در جهت‌های شمال، جنوب، غرب و شرق نصب شد. در هر یک از جهت‌ها دامنه‌ای در شرایط ارتفاعی تقریبا یکسان (طبقه ارتفاعی ۱۶۰۰-۱۵۰۰ متر از سطح دریا) انتخاب و سه سنسور به‌عنوان تکرار به‌ترتیب در بالادست، میانه و پائین‌دست شیب دامنه نصب شد. سنسور طراحی شده به طول ۱۱۰ سانتی‌متر بود اما با توجه به تغییرات شدید در عمق خاک، در روی دامنه از سنسور ۵۰ و ۷۰ سانتی‌متری هم استفاده شد و با دستگاه رطوبت‌سنج TDR و در پایان هر ماه در طی مهرماه ۹۲ تا شهریور ۹۴ اندازه‌گیری شد. تجزیه مرکب واریانس اثرات جهت، سال و ماه بر رطوبت خاک، با نرم‌افزار SAS در قالب طرح بلوک‌های تصادفی تحلیل و در صورت داشتن اختلاف معنی‌دار از آزمون دانکن جهت بررسی مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

۲- بررسی اثر عمق خاک بر رطوبت خاک

به‌منظور بررسی اثر عمق بر رطوبت خاک در سه عمق ۵۰، ۷۰ و ۱۱۰ سانتی‌متری با چهار تکرار به ترتیب در جهت‌های مختلف رویشگاه سنسور نصب و طی دو سال ۹۲ تا ۹۴ رطوبت خاک اندازه‌گیری شد. تجزیه مرکب واریانس اثرات عمق، سال و ماه بر رطوبت خاک، با نرم افزار SAS در قالب طرح بلوک‌های تصادفی انجام و در صورت داشتن اختلاف معنی‌دار از آزمون دانکن جهت بررسی مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

۳- تعیین دامنه رطوبتی مطلوب خاک برای رشد رویشی پوشش گیاهی

برای این منظور در محل نصب سنسور رطوبت‌سنج، اقدام به برداشت نمونه خاک با دستگاه اوگر شد. با تجزیه آزمایشگاهی نمونه‌های خاک، میزان رس، سیلت و شن تعیین شد. بر اساس خصوصیات فیزیکی خاک رویشگاه، نقاط پتانسیلی ظرفیت زراعی و پژمردگی خاک تعیین شد. سپس تغییرات رطوبت متوسط ماهانه خاک رویشگاه (ماهانه) و ارتباط آن با حد رطوبتی مطلوب و محدود کننده جهت رشد رویشی و زایشی پوشش گیاهی تطبیق و نتایج تحلیل شد. در بررسی نیاز آبی گیاهان، فاصله بین نقطه ظرفیت زراعی (FC) و پژمردگی (PWP) خاک به‌عنوان دامنه مطلوب برای رشد گیاهی تعریف می‌شود. در این تحقیق از بررسی بافت خاک در مجاورت سنسورهای نصب شده برای تعیین ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی موقت در رویشگاه استفاده شد. مطابق با جدول ۱ ارائه شده توسط علیزاده (۱)، نقاط توانی FC و PWP نمونه‌های خاک تعیین شد.

جدول ۱- مقادیر پارامترهای آب- خاک در بافت‌های مختلف (مأخذ ۱)

Table 8. Water-soil parameters in different tissues (Source: Alizadeh, 2013)

کلاس بافت	ظرفیت مزرعه	نقطه پژمردگی	ظرفیت دسترسی
شنی	۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۰۸
لومی شنی	۰/۱۴	۰/۰۶	۰/۰۸
شنی لومی	۰/۲۳	۰/۱۰	۰/۱۳
لومی	۰/۲۶	۰/۱۲	۰/۱۴
سیلت لومی	۰/۳۰	۰/۱۵	۰/۱۵
سیلت	۰/۳۲	۰/۱۵	۰/۱۷
لومی رسی سیلتی	۰/۳۴	۰/۱۹	۰/۱۵
سیلتی رسی	۰/۳۶	۰/۲۱	۰/۱۵
رس	۰/۳۶	۰/۲۱	۰/۱۵

نتایج و بحث

وضعیت بارندگی در دوره مورد مطالعه

متوسط بارندگی دراز مدت سالانه در منطقه اجرای تحقیق، ۵۶۰ میلی‌متر بود. بر اساس داده‌های حاصل از باران‌سنج نصب شده در محل اجرای تحقیق، سال ۹۳-۱۳۹۲ با ۶۸۰ میلی‌متر بارش، سالی مرطوب و سال دوم تحقیق با بارش ۸۳ میلی‌متر، سالی نسبتاً خشک بود. جدول (۲) بارش ماهانه در سال‌های بررسی را نشان می‌دهد.

جدول ۲- بارندگی ماهانه در سال‌های بررسی به میلی‌متر

Table 2. Monthly rainfall in survey years to millimeters

سال آبی	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
۹۳-۱۳۹۲	–	۱۶۳/۷	۱۰۳/۳	۸۹/۹	۱۵۱/۳	۹۳/۱	۳۲/۴	۲۷/۷	۰/۴	–	۱۸	–
۹۴-۱۳۹۳	۵۰/۲	۸۷/۲	۳۹/۲	۳۴/۶	۲۶/۶	۷۴/۲	۴۸/۹	۱۰/۷	–	۰/۷	۹/۴	۱/۴

اثر جهت بر رطوبت خاک در رویشگاه ملە سیاه ایلام

در این تحقیق، در چهار جهت اصلی میزان رطوبت خاک طی دو سال و به‌صورت ماهانه اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیه واریانس اثر جهت، سال و ماه بر رطوبت خاک که در جدول ۳ آمده است، حاکی از آن است که اثر جهت، سال و ماه بر مقادیر رطوبت خاک معنی‌دار بود.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1397.6.11.7.8]
[DOI: 10.29252/ifej.6.11.41]

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر جهت، سال و ماه بر رطوبت خاک در رویشگاه مله سیاه ایلام
Table 3. Analysis of variance of direction, year and month effects on soil moisture in Melleh Siah Ilam habitat

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	آماره فیشر	سطح معنی‌داری
جهت	۳	۳۵۰۵/۱۱	۱۱۶۸/۳۷	۸/۶۳	<۰/۰۰۰۱
سال	۱	۴۶۲۰	۴۶۲۰	۳۴/۱۴	<۰/۰۰۰۱
ماه	۱۱	۱۱۶۵۱/۸۱	۱۰۵۹/۲۵	۷/۸۳	<۰/۰۰۰۱

مقایسه میانگین رطوبت خاک در جهت‌های مختلف نشان داد که بیشترین رطوبت به ترتیب در جهت جنوبی، شمالی، شرقی و غربی ثبت شد. جهت غربی به‌دلیل عمق کم خاک که بین ۵۰ تا ۷۰ سانتی‌متر است دارای کمینه ذخیره رطوبت و جهت‌های شمالی و جنوبی با عمق خاک ۱۱۰ سانتی‌متر دارای بیشترین مقدار رطوبت خاک بود. در تحقیقی مشابه، وجود رابطه قوی بین جهت و عمق خاک با ذخیره رطوبتی خاک تایید شده و به عنوان فاکتورهای مهم در کنترل مقدار آب خاک محسوب شد (۵). در تحقیقی دیگر نیز نتایج نشان داد که میزان رطوبت در عمق‌های مختلف اختلاف معنی‌داری داشت و هم‌چنین اثر پوشش گیاهی بر تغییرات مکانی و زمانی رطوبت خاک مؤثر بوده، اما تغییرات ناشی از پستی و بلندی مهم‌تر بود (۲۱). هم‌چنین در تحقیقی نتایج نشان داد بیشینه میزان تبخیر و تعرق به ترتیب در جهت جنوبی، یال‌ها، دره‌ها و شیب‌های با جهت شمالی می‌باشد و بیشترین محدودیت رطوبت خاک را در شیب جنوبی و یال‌ها است. (۴). مقایسه میانگین اثر ماه بر رطوبت خاک در دو سال آبی مورد بررسی در جدول ۴ نشان می‌دهد که بیشترین رطوبت به‌ترتیب در ماه‌های دی، اسفند، آذر، بهمن به‌ترتیب ۲۳/۱۴، ۲۲/۳۷، ۲۱/۰۸ و ۲۰/۹۵ و کمینه رطوبت به ترتیب در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور به‌ترتیب ۱۰/۲۴، ۷/۷، ۵/۶ و ۴/۴۵ میلی‌متر است.

جدول ۴- مقایسه میانگین رطوبت خاک ماهانه به میلی‌متر
Table 4. Comparison of monthly soil moisture content to millimeters

ماه	دی	اسفند	آذر	بهمن	آبان	فروردین	مهر	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
میانگین	$۲۳/۱۴^{a}$	$۲۲/۳۷^{ab}$	$۲۱/۰۸^{ab}$	$۲۰/۹۵^{ab}$	$۱۸/۸۲^{b}$	$۱۸/۵^{b}$	$۱۲/۸۳^{c}$	$۱۲/۲۹^{c}$	$۱۰/۲۴^{cd}$	$۷/۷^{de}$	$۵/۶^{e}$	$۴/۴۵^{e}$

جزئیات تغییرات رطوبت خاک در دوره مرطوب و خشک سال و در جهت‌های مختلف در دو سال بررسی در جدول ۵ ملاحظه می‌شود. بر این اساس بیشترین رطوبت ذخیره شده در دوره مرطوب سال (دی ماه) بود اما مقدار آن در جهت‌های مختلف و در بین سال‌های خشک و مرطوب متفاوت و از نظر آماری معنی‌دار است. به‌طوری‌که رطوبت ثبت شده در سال تر (۹۳-۱۳۹۲) در جهت شمال به میزان ۵۲/۸ میلی‌متر بوده و در سال خشک (۹۴-۱۳۹۳) در همین جهت به ۲۴/۲ میلی‌متر رسید. هم‌چنین در پایان دوره خشک سال (شهریور ماه) رطوبت خاک به حداقل خود می‌رسد، که این مقدار در سال خشک در چهار جهت تقریبا به صفر رسیده و در سال مرطوب مقدار آن بین صفر تا ۱۰/۳ میلی‌متر در بین جهت‌ها متفاوت است. این یافته‌ها با نتایج برخی تحقیق‌ها هم‌خوانی دارد (۷،۱۰،۱۷).

حسینی و حسینی (۷) در تحقیقی بیشترین میزان مرگ و میر درختان جنگلی بلوط زاگرس را در جهت جنوبی و غربی و در طبقات ارتفاعی بالا می‌داند. جین و همکاران (۱۰) در تحقیقی، توزیع عمودی پوشش را تابع ارتفاع و توزیع افقی را متأثر از جهت می‌داند و بهترین رشد گیاهی بر اساس شاخص NDVI در شیب‌های سایه‌ای در جهت NE70 تا NW340 ارائه نموده است. اگرچه در تحقیقی دیگر جهت جغرافیایی را عامل کلیدی و تأثیرگذار بر رطوبت خاک می‌داند (۱۷). لذا نتایج تحقیق هم تأییده کننده اثر جهت جغرافیایی در توزیع رطوبت خاک در مقیاس دامنه‌ای است. اما در شرایط خشکسالی به دلیل محدویت آب، نقش جهت بویژه در شهریور معنی‌دار نیست. به‌عبارتی در سال مرطوب اثر جهت در ذخیره رطوبت بیش از سال خشک است. در تأیید این نتیجه در دو تحقیق مشابه میزان رطوبت خاک را در مناطق نیمه خشک مدیترانه‌ای تابع اثرات فردی هر یک از عوامل و یا اثر متقابل می‌دانند و هر دو اثرات فردی و یا متقابل تابع خصوصیات بارش است (۲۵،۱۴).

بررسی اثر عمق بر رطوبت خاک

نتایج تجزیه واریانس میانگین رطوبت خاک در عمق‌های مختلف در جدول ۶ آمده است. بر اساس نتایج اثر سال، ماه و عمق خاک بر رطوبت خاک معنی‌دار است.

جدول ۵- متوسط، کمینه و بیشینه رطوبت سالانه اندازه گیری شده در جهت‌های جغرافیایی در رویشگاه مله سیاه ایلام
Table 5. Average, minimum and maximum annual moisture measured in the geographical directions of the location of the Melleh Siah Ilam

	سال ۹۳-۹۲			سال ۹۴-۹۳		
	کمینه	متوسط	بیشینه	کمینه	متوسط	بیشینه
شمال	۱۰/۳	۲۰/۶	۵۲/۸	/۲	۱۰/۹	۲۴/۲
جنوب	۲/۱	۲۳/۹	۴۱/۶	۰	۱۴/۷	۳۹/۶
غرب	۰	۹/۷	۲۵/۳	۰	۷	۱۲/۶
شرق	۳/۲	۲۱/۳	۵۳/۶	۰	۱۰/۶	۲۷/۲

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1397.6.11.7.8]
[DOI: 10.29252/ifej.6.11.41]

جدول ۶- تجزیه واریانس اثر عمق خاک بر رطوبت خاک در رویشگاه مله سیاه ایلام
Table 6. Analysis of variance effect of soil depth on soil moisture in habitat of Melleh siah Ilam

متغیر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	آماره فیشر	سطح معنی داری
سال	۱	۴۰۴۷/۳	۴۰۴۷/۳	۳۲/۹۷	<۰/۰۰۰۱
ماه	۱۱	۸۱۰۷/۴	۷۳۷/۰۴	۶	<۰/۰۰۰۱
عمق	۲	۵۱۵۷/۸۵	۲۵۹۳/۹۲	۲۱/۱۳	<۰/۰۰۰۱

رطوبت متوسط ماهانه در عمق‌های ۱۱۰، ۷۰ و ۵۰ سانتی‌متری به ترتیب ۱۸/۴، ۱۷/۴ و ۷/۵ میلی‌متر است. لذا با افزایش عمق خاک، میزان ذخیره رطوبت افزایش می‌یابد. این یافته با نتایج تحقیقی (۲۰) که بیشترین میزان رطوبت خاک را در عمق ۱۵۰ سانتی‌متری ثبت کرده بود، هم‌خوانی دارد. هم‌چنین در نتایج تحقیقی، میزان ذخیره رطوبت در لایه‌های پائین‌تر را بیشتر می‌دانند (۱۲). در تایید این نتیجه در تحقیقی تغییرات توان ماتریک در دو دامنه با پوشش پهن‌برگ و علفی و سه عمق ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ سانتی‌متر بررسی و نتیجه گرفته شد که توان ماتریک با افزایش عمق ۳۰ به ۶۰ و ۱۰۰ بطور معنی‌داری کاهش می‌یابد. از دلایل افزایش توان ماتریک و به عبارتی کاهش رطوبت خاک در عمق ۳۰ سانتی‌متری به نفوذ جریان عمودی آب به عمق پائین‌تر، واکنش سریع‌تر توان ماتریک خاک به رژیم حرارتی و تراکم بیشتر ریشه گیاهان در این عمق دانسته و منجر به تخلیه سریعتر آب می‌گردد (۶). البته بر اساس دیگر نتایج این تحقیق در سال مرطوب اثر عمق خاک بر رطوبت بیشینه و کمینه مشهود است به‌طوری‌که در سال مرطوب دامنه بیشینه ذخیره رطوبت در عمق ۵۰ به ۷۰ و ۱۱۰ سانتی‌متر بین ۱۴/۷ تا ۴۴/۱ میلی‌متر و در سال خشک ۹۴-۹۳ به‌دلیل کمبود بارش‌ها، بین ۹/۷ تا ۲۳ میلی‌متر می‌باشد. هم‌چنین در سال خشک ۹۴-۹۳ کمینه رطوبت خاک در هر سه عمق به صفر رسیده است. در حالی که کمینه آن در شرایط تر سالی بین ۴ تا ۸/۹ میلی‌متر در عمق ۵۰ تا ۱۱۰ سانتی‌متر در نوسان است. در جدول ۷ جزئیات بیشتر از وضعیت رطوبت خاک در عمق‌ها و سال‌های بررسی نشان داده شده است.

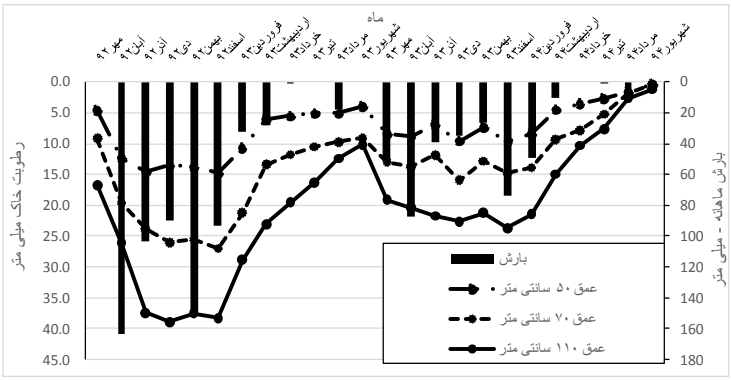
جدول ۷- دامنه تغییرات رطوبت خاک (میلی‌متر) در عمق های مختلف در جنگل بلوط مله سیاه ایلام
Table 7. Range of soil moisture variations (mm) at different depths in oak forest of Melleh siah Ilam

عمق	دامنه تغییرات رطوبت خاک (میلی‌متر)		
(سانتی‌متر)	سال ۹۳-۹۲	سال ۹۴-۹۳	متوسط دو سال بررسی
۵۰	۴-۱۴/۷	۰-۹/۷	۰/۴-۱۴/۷
۷۰	۹/۷-۲۸/۲	۰-۱۵/۷	/۴-۲۸/۲
۱۱۰	۱۳-۴۴/۱	۰-۲۳	۰/۴-۴۴/۱
متوسط	۸/۹-۳۱	۰/۸-۱۸/۸	۰/۵-۳۱

به‌عبارتی تغییرات رطوبت در خاک سطحی بیش لایه‌های با عمق بیشتر است. البته در سال مرطوب اثر عمق بر مقادیر بیشینه و کمینه ذخیره رطوبتی خاک کاملاً مشهود و در سال خشک رطوبت خاک در پایان دوره خشک سال در همه عمق‌ها به صفر رسیده است (شکل ۲). لذا می‌توان نتیجه گرفت میزان بارش عامل اصلی در تغییرات رطوبت خاک است که در مقیاس دامنه‌ای نقش عمق خاک و جهت می‌تواند نقش کنترل کننده در رطوبت خاک داشته باشد. در تأیید این نتایج، تحقیقی نشان داد که در بالادست یک دامنه به دلیل عمق کم خاک، میزان تبخیر و تعرق به علت کمبود رطوبت خاک محدود می‌شود، اما در بخش‌های میانه و پائین دست دامنه با خاک‌های عمیق‌تر میزان تبخیر و تعرق به وسیله رطوبت محدود نمی‌شود. نتایج این تحقیق نشان داد که تغییرات رطوبت در لایه سطحی خاک به دلیل محدودیت، کم دانست (۱۸).

در تأیید این نتیجه در تحقیقاتی متعدد اشاره شده است که در مناطق مدیترانه‌ای و در مقیاس بزرگ بارش و تشعشع دریافتی از عوامل اصلی و کنترل کننده رطوبت خاک بوده و در مقیاس حوضه‌ای و یا دامنه‌ای تغییرات رطوبت خاک وابسته به فاکتورهایی همانند توپوگرافی (ارتفاع، جهت و شیب) خصوصیات خاک و پوشش سطحی است (۲۶،۲۵). البته میزان رطوبت خاک را در مناطق نیمه خشک مدیترانه‌ای تابع اثرات فردی هریک از عوامل و یا اثر متقابل می‌دانند و هر دو اثرات فردی و متقابل تابع خصوصیات بارش است (۲۵،۲۳).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1397.6.11.7.8]
[DOI: 10.29252/ifej.6.11.41]



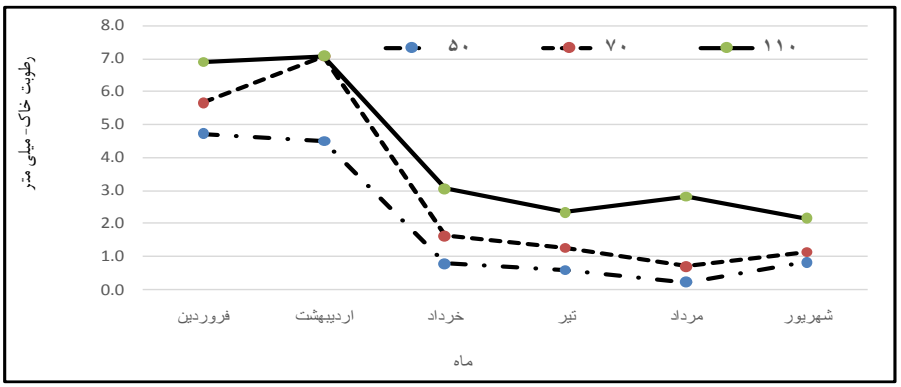
شکل ۲- تغییرات رطوبت خاک در عمق‌های ۵۰، ۷۰ و ۱۱۰ سانتی‌متری خاک در طی دوره بررسی در رویشگاه مله سیاه ایلام
Figure 2. Changes in soil moisture at depths of 50, 70 and 110 cm during the period of review on the Melheh Siah Ilam

از دیگر نتایج این تحقیق، بررسی اثر عمق خاک بر نرخ کاهش رطوبت خاک در دوره انتقالی (گذر از ماه‌های مرطوب به خشک سال) است. برای بررسی موضوع از شاخص خشکی ماهانه (نسبت ذخیره رطوبتی در واحد عمق خاک بر حسب میلی‌متر بر سانتی‌متر در هر ماه) استفاده شد. این مقدار برای هریک از عمق‌ها و سال‌ها محاسبه شده و در جدول ۸ آمده است. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش عمق خاک نرخ خشکی ماهانه افزایش می‌یابد. البته نرخ خشک شدن رطوبت خاک در سال مرطوب برای عمق ۵۰، ۷۰ و ۱۱۰ سانتی‌متری به ترتیب ۰/۰۳۳، ۰/۰۵ و ۰/۰۷ میلی‌متر در سانتی‌متر است و در سال خشک این نرخ کاهش می‌یابد. این وضعیت به دلیل توان بالای تبخیر و تعرق محیطی است به‌طوری‌که هم‌زمان با افزایش ذخیره رطوبتی خاک در عمق بیشتر، روند کاهش رطوبت خاک هم تسریع می‌شود.

جدول ۸- شاخص نسبت خشکی ماهانه رطوبت خاک در عمق خاک در دوره مورد بررسی در رویشگاه مله سیاه ایلام
Table 8. Monthly Drought Index of Soil Moisture in Soil Depth in the Period on the habitat of Melheh Siah Ilam

عمق‌های خاک (سانتی‌متر)		۵۰	۷۰	۱۱۰
متوسط رطوبت خاک در مرطوب‌ترین ماه سال (میلی‌متر)	۱۳۹۲-۹۳	۱۶/۲	۲۵/۱	۳۶/۶
	۱۳۹۳-۹۴	۱۰/۸	۱۲/۱	۲۲/۹
متوسط نسبت خشکی ماهانه خاک (mm/cm)	۱۳۹۲-۹۳	۰/۰۳۳	۰/۰۵۰	۰/۰۷۰
	۱۳۹۳-۹۴	۰/۰۲۳	۰/۰۲۶	۰/۰۴۸

در شکل ۳ روند کاهش رطوبت ماهانه در دوره انتقالی مربوط به دوره خشک سال نشان می‌دهد، نرخ کاهش رطوبت در آخر اردیبهشت ماه به علت افزایش دمای هوا در هر سه عمق کاهش محسوس داشته و از خرداد ماه این نرخ به دلیل محدویت رطوبت خاک با افت خیلی کم مواجه است هرچند که مقدار کاهش هم متناسب با عمق خاک است.



شکل ۳- نرخ کاهش ماهانه رطوبت خاک مربوط به دوره خشک سال در عمق‌های مورد بررسی در سال ۹۳-۹۲ در رویشگاه مله سیاه ایلام
Figure 3. Monthly decreases in soil moisture related to the dry period at the depths studied in the year 2013-2014 on the habitat of Melheh Siah Ilam

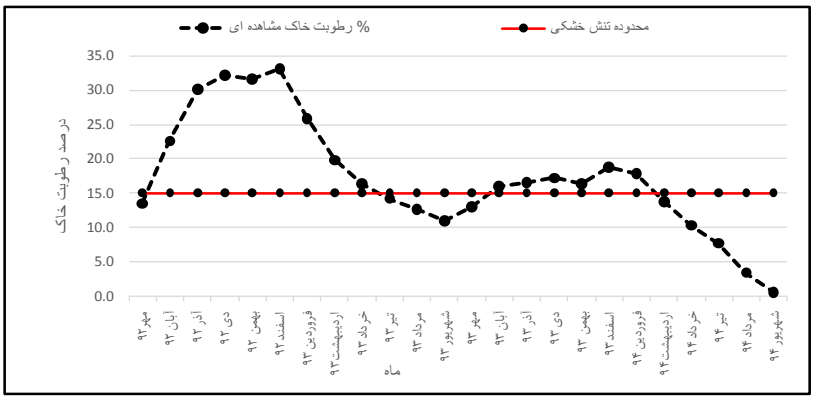
[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1397.6.11.7.8]
[DOI: 10.29252/ifej.6.11.41]

تعیین دامنه رطوبتی خاک محدود کننده برای رشد

نتایج نشان داد که بافت خاک در رویشگاه مورد بررسی سیلتی- لومی می‌باشد. لذا دامنه رطوبتی مطلوب برای رشد گیاهی بین ۱۵ تا ۳۰ درصد می‌باشد. البته این دامنه را برای دانهال‌های پسته رقم سرخسی با وزن مخصوص ظاهری ۱/۵، ۱۴ تا ۴۳ درصد و برای وزن ظاهری ۱/۸، ۱۹ تا ۲۳ درصد (۲۴) و در تحقیقی مشابه برای خاک‌های با وزن

رویشی گیاهان

مخصوص ظاهری ۱/۵ و ۱/۸ به ترتیب ۱۱ تا ۲۵ و ۲۰ تا ۲۲ درصد حجمی تعیین شده است (۳). برای بررسی بیشتر، خط موازی با نقطه پژمردگی رطوبت خاک (۱۵ درصد) بر نمودار تغییرات ماهانه رطوبت متوسط خاک تطبیق و نتایج در شکل ۴ ملاحظه می‌شود. به عبارتی با کمتر شدن رطوبت از حد بحرانی، پوشش گیاهی به تدریج وارد تنش رطوبتی می‌شود.



شکل ۴- تغییرات رطوبت خاک ماهانه و حد بحرانی رطوبت (PWP) در رویشگاه ملەسیاه ایلام

Figure 4. Monthly Moisture and Critical Moisture Changes (PWP) in on the habitat of Melheh siah Ilam

بر این اساس میزان رطوبت خاک در سال مرطوب ۹۳-۱۳۹۲ در ماه‌های مرداد و شهریور به کمتر از حد رطوبتی مطلوب رسید و در سال خشک ۹۴-۱۳۹۳ ماه‌های خرداد و تیر نیز به ماه‌های فوق افزوده شدند. لذا می‌توان گفت که بیشینه تنش خشکی به پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه در ماه‌های مرداد و شهریور است که در شرایط خشکسالی، ماه‌های خرداد و تیر به این دوره زمانی دچار محدودیت اضافه می‌شوند، که مصادف با اوج رشد رویشی و مرحله زایشی گونه بلوط ایرانی می‌باشد (۹).

در این پژوهش بررسی اثر عمق خاک و جهت جغرافیایی در میزان ذخیره رطوبت در مقیاس دامنه‌ای انجام شد و نتایج نشان داد که اثر این عوامل بر توزیع مکانی و زمانی رطوبت خاک معنی‌دارهستند. به‌طوری‌که بیشینه رطوبت در عمق خاک بیشتر و جهت شمالی است. هر چند اثرات جهت و عمق خاک در دوره‌های مرطوب مشهود است اما در پایان دوره خشک سال و مخصوصاً در سال خشک ۹۴-۱۳۹۲ اثر عامل جهت و عمق خاک ناچیز می‌شود. لذا بررسی نقش سایر عوامل همانند ارتفاع از سطح دریا، شیب، طول شیب، شکل دامنه و پوشش سطحی به شکل فردی و یا اثر متقابل آنها در توزیع مکانی و زمانی رطوبت خاک پراهمیت است. لذا در شرایط نرمال و مرطوب از نظر بارش، نقش عوامل ثانویه همانند جهت جغرافیایی و عمق خاک، شیب، ارتفاع و خصوصیات خاک در توزیع مکانی و زمانی رطوبت خاک مهم است و برعکس در شرایط کمبود بارش و یا در محیطهای با توان تبخیر و تعرق بالا نقش عوامل فوق‌الذکر در رطوبت خاک کمتر می‌شود. لذا در مقیاس بزرگ بارش و تبخیر و تعرق (تابع تشعشع خورشیدی دریافت شده) نقش اصلی و عوامل توپوگرافی (ارتفاع، جهت و شیب)، خصوصیات خاک و پوشش سطحی نقش ثانویه ایفا می‌کنند (۲۵).

لذادر شرایط اقلیمی مشخص ،در سال با بارش نرمال و یا مرطوب عامل عمق خاک و جهت جغرافیایی نقش مهمی در توزیع مکانی و زمانی رطوبت خاک در رویشگاه دارند ولی در شرایط خشکسالی، نقش عوامل اشاره شده در رطوبت خاک کم اهمیت می گردد. چنانچه نتایج این تحقیق نشان داد در سال خشک و در پایان ماه خشک، رطوبت در عمق‌ها و جهت‌های مختلف به عدد صفرمی رسد.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1397.6.11.7.8]
[DOI: 10.29252/ifej.6.11.41]

منابع

1. Alizadeh, A. 2006. Soil, water and plant relationship Astane Ghodse Razavi Press, Mashhad. 484 pp (In Persian).
2. Afyuni, M.M., D.K. Cassel and W.P. Robarge. 1992. Effects of landscape position on soil water and corn silage yield. American Journal of Soil Science Society, 57(6): 1573-1580.
3. Da Silva, A.P., B.D. Kay and E. Perfect. 1994. Characterization of the least limiting water range of soils. American Journal of Soil Science Society, 58: 1775-1781.
4. Dyer, J.M. 2009. Assessing topography patterns in moisture use and stress using a water balance approach. Landscape Ecology, 24(3): 391-403.
5. Fralish, J.S. 1994. The effect of site environment on forest productivity in the Illinois Shawnee Hills. Ecological Applications, 4: 134-143.
6. Hayati, E., E. Abdi, M. Mohseni Saravi, B. Majnounian and G.B. Chirico. 2018. Time-varying soil water potential at different depths of soil under grassed and deciduous hill slopes. Forest and Wood Products, 70(4): 617-625 (In Persian).
7. Hossieni, A. and S.M. Hossieni. 2016. The role of topographic and edaphic factors in mortality of trees in middle Zagros Persian oak (*Quercus brantii*) forests. Journal of Zagros Forests Researches, 3(1) (In Persian).
8. Hosseinzadeh, J., A. Aazami, and M. Mohammadpour. 2015. Influence of topography on Brant`s oak decline in Meleh-Siah forest, Ilam Province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 23(1): 190-197 (In Persian).
9. Tahmasebi,M., J. Hossienzadeh and A.R. Mir Badin. 2002. Phenology of Querques.sp and Pistacia.sp species in the forests of Ilam Province. Research Project of Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ilam, Iran, 33 pp (In Persian).
10. Jin, X.M., Y.K. Zang, M.E. Schaepman, G.W. Cleveres, Z.SU. Clrvers. 2008. Impact of elevation and aspect on the spatial distribution of vegetation in the Qilian mountain area with remote sensing data. The International Archives of the Photogrammetry. Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVII. Part B7. Beijing: 1385-1390.
11. Klute, A. 1986. Water retention: Laboratory method. In: A. Klute (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 1: Physical and mineralogical Methods. America Society of Agron-Soil Science Society of America, Madison, 9: 635-662.
12. Korner, C. and T. Jahr. 2005. Hydrological experiments around the superconducting gravimeter at moxa observatory. Journal of Geodynamic, 41(1-3): 268-275.
13. Mohammdpour, M., J. Hosseinzadeh, M.R. Jafari, A. Aazami, A. Najefifer. 2015. Project of recognition of ecological areas of the country: Plant Types of Ilam Province. Publisher: Institute of Forestry and Rangeland Research (In Persian).
14. Ortuno, M.F., Y. Garcia-Orellana, W. Conejero, M.C. Ruiz-Sanchez, O. Mounzer, J.J. Alarcon and A. Torrecillas. A. 2006. Relationships between climatic variables and sap flow, stem water potential and maximum daily trunk shrinkage in lemon trees. Plant and Soil, 279: 229-242.
15. Porporato, A. and I. Rodriguez. 2002. Ecoh hydrology a challenging multidisciplinary research perspective. Hydrological Science, 47(5): 811-821.
16. Sadeghi, S.H.R. and A. Vahideh. 2005. Change soil moisture in zone root in *Atriplex Cansensciens*. Journal of Rangeland, 1(2): 308-326 (In Persian).
17. Stephenson, N.L. 1990. Climatic control of vegetation distribution: The role of the water balance. American Naturalist, 135: 649-670.
18. Tromp-Van Meerveld, H.J. and J.J. McDonnell. 2006. On the interrelations between topography, soil depth, soil moisture, transpiration rates and species distribution at the hills slope scale. Advances in Water Resources, 29(2): 293-310.
19. Valinejad F., K. Ghorbani, M. Zakerinia, A.A. Dehghani and B. Ababaee. 2014. Performance assessment of SWAT model for estimating soil moisture. Master's Thesis Faculty of Soil and Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 1(1): 85 pp (In Persian).
20. Venkatesh, B., N. Lakshman, B.K. Purandara and V.B. Reddy. 2010. Variability of soil hydrologic characteristics under different land covers a Case Study from Sahayadri Mountains, India: Proceedings of National Seminar on Sustainable Water Resource Management, Organised by NITKvers, Surathkal, India, 7-9 Jan.
21. Venkatesh, B., N. Lakshman, B.K. Purandara and V.B. Reddy. 2011. Analysis of observed soil moisture patterns under different land covers in Western Ghats,India. Journal of Hydrology, 397: 281-294.
22. Whittaker, R.H. 1956. Vegetation of the Great Smoky Mountains Ecological Monographs, 26(1): 1-80.
23- Yang, J., H. Chen, Y. Nie, W. Zhang, K. Wang. 2016. Spatial variability of shallow soil moisture and its stable isotope values on a karst hillslope. Geoderma, 264: 61-67.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1397.6.11.7.8]
[DOI: 10.29252/ifej.6.11.41]

24. Zarehaghi, D., M.R. Neyshabouri, M. Gorji, H. Monirifar and M. Shorafa. 2011. Determination of non-limiting water range for seedling growth of pistachio at two levels of soil compaction. Journal of Water and Soil Science, 22(3): 59-71 (In Persian).
25- Zhao, P., X.Y. Tang, P Zhao, C. Wang, J.L. Tang. 2013. Identifying the water source for subsurface flow with deuterium and oxygen-18 isotopes of soil water collected from tension lysimeters and cores. J. Hydrology, 503: 1-10.
26- Zhang, W., K.L. Wang, H.S. Chen, X.Y. He and J.G. Zhang. 2012. Ancillary information improves kriging on soil organic carbon data for a typical karst peak cluster depression landscape. Jornal of Science Food Agriculture, 92(5): 1094-1102.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1397.6.11.7.8]
[DOI: 10.29252/ifej.6.11.41]

The Effect of Depth and Aspect on Soil Moisture in Dieback Affected Oak Forests (Case study: Meleh siah Forest, Ilam Province)

Ayad Aazami[1], Ahmad Hosseni[2] and Jafar Hoseianzadeh[3]

1- Forests and Rangelands Research, Ilam Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ilam, Iran, (Corresponding author: ayadaazami@yahoo.com)
2- Forests and Rangelands Research, Ilam Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ilam, Iran
3- Forests and Rangelands Research, Ilam Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ilam, Iran
Received: June 10, 2018 Accepted: July 22, 2018

Abstract

Recognition of humidity changes is important because of its relevance to hydrological, ecological and physiographic characteristics of the area. Therefore, soil moisture content in four main directions and three depths of 50, 70 and 110 cm of soil for two years from March 2013 to September 2012 in the forest area of Meleh-Siah Ilam was measured and analyzed in a randomized complete block design with soft SAS was implemented. The results showed that soil moisture and soil depth and direction were affected by moisture storage in the south and north directions with 21.9 and 19.7 and in the eastern and western slopes 19 and 15.5 mm. Also, the average monthly moisture content in the three depths of 70, 110 and 50 was 18.4, 17.4 and 7.5 mm respectively. The average monthly soil moisture storage at three depths50, 70 and 110 are 18.4, 17.4 and 7.5 mm, respectively. In other words, the effect of soil depth and geographic orientation on the soil moisture is effective but not noticeable in dry years and in dry months. Also, the results showed that the monthly dryness rate (from wet to dry period) in the wet year is more than dry year and increases with increasing depth of soil. Based on soil texture analysis, the optimum moisture content for plant growth was between 15% and 30%, and based on this, the maximum drought stress on vegetation and especially oak species was in August and September, which coincided with the peak of vegetative growth And the reproductive stage of the oak tree species.

Keywords: Oak forests, Aspect, Depth soil, Dieback, Soil moisture

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1397.6.11.7.8]

[DOI: 10.29252/ifej.6.11.41]