Archive of SID

دو فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات حمایت و حفاظت جنگلها و مراتع ایران
جلد ۱۳ شماره ۲، صفحه ۹۷-۱۱۲، (۱۳۹۴)

اثرگذاری عوامل اقلیمی و تبخیرتعرق بر زوال جنگل‌های زاگرس مرکزی در استان لرستان

پدرام عطارد[1*]، سید محمد معین صادقی[2]، فریدون طاهری سرتشنیزی[3]، سعید ساروئی[3]، پریسا عباسیان[2]، مهرنوش مسیح‌پور[3]، فرشته کردستمی[2] و آرش دریکوندی[2]

۱*- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران،
پست الکترونیک: attarod@ut.ac.ir
۲- دانشجوی دکترای جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران
۳- دانشجوی دکترای جنگل‌داری، گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۷/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۱۹

چکیده

گوناگونی عوامل تأثیرگذار بر زوال بوم‌سازگان جنگلی زاگرس، قضاوت و برنامه‌ریزی را برای آن سخت و مشکل کرده است. هدف از این پژوهش، بررسی ارتباط بین عوامل اقلیمی (بارش، دمای هوا، رطوبت نسبی و سرعت باد) و تبخیرتعرق مرجع با زوال جنگل‌های زاگرس، به‌عنوان یکی از فرضیات مطرح در رابطه با این پدیده، در استان لرستان بود. بدین منظور از داده‌های اقلیمی درازمدت ۹ ایستگاه هواشناسی همدیدی این استان و چهار ایستگاه هواشناسی همدیدی استان‌های مجاور استفاده شد. بدلیل اینکه سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، شروع پدیده زوال جنگل را در ناحیه رویشی زاگرس این سال گزارش کرده است روند عوامل مورد بررسی در درازمدت و از سال ۱۳۸۰ خورشیدی به بعد بررسی شد. بر اساس نقشه‌های موجود زوال جنگل‌های استان لرستان، پنج طبقه از نظر زوال در این جنگل‌ها در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که عامل بارش در تمامی ایستگاه‌ها از سال ۱۳۸۰ خورشیدی به بعد کاهش چشمگیری یافته است (بجز پلدختر) و دمای هوا نیز در کلیه ایستگاه‌ها بجز پلدختر، در ۱۵ سال اخیر افزایش نشان داده است. در ۱۵ سال اخیر، تبخیرتعرق مرجع نیز در بیشتر ایستگاه‌های مورد مطالعه روند افزایشی داشته است. انطباق نقشه زوال جنگل با نقشه‌های عوامل اقلیمی، عوامل بارش (۰/۷۷۹)، دمای هوا (۰/۷۷۶)، رطوبت نسبی (۰/۶۰۲) و تبخیرتعرق مرجع (۰/۶۷۰) همبستگی معنی‌داری را با طبقات زوال جنگل نشان دادند ($P < ۰/۰۱$). نتایج این پژوهش نشان داد که یکی از مهمترین دلایل خشکیدگی بوم‌سازگان جنگلی زاگرس، می‌تواند تغییر عوامل اقلیمی و تبخیرتعرق مرجع در طی زمانی کوتاه بوده باشد.

واژه‌های کلیدی: بارش، دمای هوا، رطوبت نسبی، زوال اکوسیستم، سرعت باد، فائو-پنمن-مانتیث

مقدمه

ناحیه رویشی زاگرس، با تحت پوشش قرار دادن ۱۱ استان کشور، حدود یک سوم جمعیت کشور و بیش از نیمی از دام‌های کشور را در خود جای داده است و ۳۰ درصد از کل نزولات، ۴۰ درصد از آب‌های جاری، ۳۳ درصد از آب‌های سطحی و ۴۰ درصد مساحت جنگل‌های کشور (معادل پنج میلیون هکتار) را به خود اختصاص داده است و به دلایل متعدد اجتماعی-اقتصادی، سیاسی و

www.SID.ir

Archive of SID

بوم‌شناختی، از عرصه‌های کلیدی و راهبردی کشور به‌شمار می‌آید (ثاقب‌طالبی و همکاران، ۱۳۸۳؛ مروی‌مهاجر، ۱۳۹۰؛ جزیره‌ای و ابراهیمی رستاقی، ۱۳۹۲؛ Djavanshir, 1980; Djamali *et al.*, 2009). با توجه به شکل گرفتن تمدن‌های کهن ایران باستان در جنگل‌های این ناحیه، می‌توان به اهمیت آن در معشیت مردم محلی از گذشته‌های دور پی برد. ۹۳ درصد جنگل‌های این منطقه دارای فرم پرورشی شاخه‌زاد هستند و میزان رویش در هکتار کمتر از یک مترمکعب در سال است (بیرانوند و همکاران، ۱۳۹۴). به‌طور کلی روی خاک‌های با منشأ تشکیلات آهکی و pH قلیایی، فاقد آبشویی، آهک و رس استقرار یافته‌اند. این جنگل‌ها ضمن بهبود کیفیت اقلیمی، بیشترین تأثیر را در تأمین آب، تعدیل آب و هوا و تعادل اقتصادی و اجتماعی در کشور دارند (فتاحی و همکاران، ۱۳۷۹؛ مروی مهاجر، ۱۳۹۰). گونه بلوط (*Quercus* spp.) در بیشتر نقاط زاگرس به صورت غالب است و می‌توان گفت جنس بلوط مشخص‌کننده سیمای ظاهری این جنگل‌هاست (مروی‌مهاجر، ۱۳۹۰؛ جزیره‌ای و ابراهیمی رستاقی، ۱۳۹۲). بلوط ایرانی (*Q. brantii* var. *persica*) در قسمت‌های مرکزی، جنوبی و جنوب‌شرقی زاگرس گونه غالب را تشکیل می‌دهد (مروی مهاجر، ۱۳۹۰).

در سالیان اخیر، یکی از رخدادهای تلخی که در جنگل‌های زاگرس در حال رخ دادن است و هر روز بر وسعت آن افزوده می‌شود، زوال یا خشکیدگی جنگل است، به‌طوری‌که بر اساس آخرین آمارهای رسمی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور بین سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳ خورشیدی، در حدود یک میلیون و سیصد و پنجاه هزار هکتار یا به عبارتی سطحی برابر ۲۵ درصد از این جنگل‌ها دچار زوال شده‌اند. این پدیده با عنوان زوال بلوط‌های غرب، بیشتر رایج است، اما واقعیت این است که بیشتر گونه‌های درختی و درختچه‌ای ناحیه رویشی زاگرس ازجمله بنه (*Pistacia atlantica*)، شن (*Lonicera nummularifolia*)، بادام زاگرسی (*Amygdalus hussknechtii*)، زالزالک (*Crataegus monogyna*)، ارس (*Juniperus polycarpus*) و حتی بعضی از گونه‌های بوته‌ای و مرتعی نظیر گون‌گزی (*Astragalus adscendens*) نیز دچار این پدیده شده‌اند.

زوال بوم‌سازگان جنگلی زاگرس یک پدیده چندبعدی، پیچیده و ملی است و تنوع عوامل تأثیرگذار بر این پدیده در مناطق مختلف، قضاوت و برنامه‌ریزی برای آن را بسیار مشکل کرده است و هنوز بطور کامل دلایل زوال جنگل‌ها مشخص نشده است. کلیه نظریه‌های مطرح شده، بر اثرگذاری مجموعه‌ای از عوامل زنده و غیرزنده تأکید می‌کنند و دست‌کم پنج نظریه متداول در این راستا وجود دارند: ۱- نظریه تنش‌های محیطی و ارگانیسم‌های ثانویه (درختان تحت تأثیر تنش‌های محیطی ضعیف شده و مورد حمله ارگانیسم‌های ثانویه قرار می‌گیرند)، ۲- نظریه تغییر اقلیم (مرگ دسته‌جمعی و یک شکل و همگن بودن صدمه در بین چند گونه ناشی از تغییر اقلیم است)، ۳- نظریه اکولوژیکی (گاهی در روند طبیعی توالی و جانشینی مرگ درختان رخ می‌دهد)، ۴- نظریه آلودگی هوا (افزایش نیتروژن، دی اکسید کربن، باران‌های اسیدی و گرد و غبار، علاوه بر اثرات مستقیم بر روی شادابی و سلامت گیاهان، می‌توانند به‌عنوان عوامل شروع کننده زوال اکوسیستم شناخته شوند) و ۵- نظریه عوامل مستعدکننده، شروع‌کننده و مشارکت‌کننده (در این نظریه به اثرات متقابل عوامل زنده و غیرزنده ایجادکننده شرایط زوال جنگل‌ها پرداخته می‌شود (Brasier & Scott,1994).

تاکنون در ارتباط با زوال بوم‌سازگان جنگلی زاگرس مطالعات زیادی انجام شده است. برای نمونه، حمزه‌پور و همکاران (۱۳۸۹)، به بررسی مقدماتی زوال درختان بلوط ایرانی استان فارس پرداختند. بردبار و همکاران (۱۳۸۹) اثر عوامل محیطی بر گسترش و برخی خصوصیات کمی بلوط ایرانی را در استان فارس تحقیق کردند. حسینی و همکاران (۱۳۹۱) تأثیر زوال جنگل را بر ساختار جنگل‌های بلوط ایرانی در منطقه شلم استان ایلام بررسی کردند. همچنین حسینی و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی دیگر در این منطقه، خصوصیات محیط‌های رقابتی

www.SID.ir

Archive of SID

توده‌های سالم بلوط ایرانی و توده‌های متأثر از زوال را تحقیق کردند. ذاکری انارکی و فلاح شمسی (۱۳۹۲) به بررسی قابلیت‌های مکانی تصاویر سنجنده‌های Rapideye و Aster-L1B در تشخیص زوال تک درختان بلوط ایرانی در استان فارس پرداختند. مهدوی و همکاران (۱۳۹۳) وضعیت درختان خشکیده در جنگل‌های بیوره استان اسلام را بررسی کردند. حسین‌زاده و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی ارتباط عوامل پستی و بلندی با گسترش زوال بلوط در جنگل مله سیاه ایلام پرداختند و در پژوهشی دیگر در این منطقه، حسین‌زاده و پورهاشمی (۱۳۹۴) مبادرت به بررسی شاخص‌های تاج درختان بلوط ایرانی در رابطه با پدیده زوال کردند.

با افزایش گازهای گلخانه‌ای، تغییر در مقادیر عوامل اقلیمی رخ می‌دهد که این تغییرات، سبب تأثیر قابل‌توجهی بر اجزای چرخه هیدرولوژیک نظیر بارش (شدت، نوع و مقدار بارش)، رواناب، آب‌های زیرزمینی، رطوبت خاک و نیز تبخیرتعرق می‌شود (Goyal, 2004). تبخیرتعرق مرجع (Reference evapotranspiration)، عامل تأثیرگذار بر آب مورد نیاز گیاهان و نیز در برنامه‌ریزی‌های مدیریت منابع آب است و به نوعی برآیند عوامل اقلیمی بر مقدار تبخیرتعرق تأثیرگذار خواهد بود (Goyal, 2004؛ دولتشاهی، ۱۳۹۳). طبق آخرین گزارش IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) در سال ۲۰۱۳ میلادی، مشخص شد که افزایش متوسط دمای هوا کره زمین، بین ۱/۱ تا ۴/۶ درجه سانتی‌گراد (با توجه به مدل‌های مختلف پیش‌بینی‌گر تغییر اقلیم) خواهد بود و دانشمندان به این نتیجه رسیدند که اگر میزان گازهای گلخانه‌ای در مقدار فعلی در سال ۲۰۱۳ میلادی باقی بماند، اثرات این گازهای گلخانه‌ای تا سال ۳۰۰۰ میلادی بر روی کره زمین باقی خواهد ماند و بیشترین اثرات آن بر روی اکوسیستم‌هایی خواهد بود که قابلیت خودتنظیمی (Self-regulation) را از دست داده‌اند. ناحیه رویشی زاگرس سالیان درازی است که بر اثر چرای مفرط دام، تغییر کاربری اراضی، بیماری‌های قارچی و گیاهی، کاهش زادآوری طبیعی و گرد و غبارهای سالیان اخیر تحت تأثیر قرار گرفته و شکننده شده است. تغییر درازمدت عوامل اقلیمی و نیز تبخیرتعرق مرجع در اثر پدیده گرمایش جهانی نیز، به‌عنوان یکی از فرضیاتی است که زوال این جنگل‌ها را تسریع می‌کند. بنابراین ضرورت دارد از انطباق عوامل اقلیمی با گستره زوال جنگل‌های زاگرس، فرضیه ارتباط بین زوال این جنگل‌ها و تغییر عوامل اقلیمی مورد امتحان قرار گیرد. مرگ درختان در جنگل‌های جهان نیز با تغییر عوامل اقلیمی ارتباط نشان داده است (Van Mantgem *et al.*, 2009; Ozturk *et al.*, 2010). این تغییرات، پاتوژن و میزبان (یعنی درختان) را تحت تأثیر قرار می‌دهد، در نتیجه این احتمال می‌رود که تغییرات عوامل اقلیمی، اثرات قوی در پراکنش و رفتار گونه‌های گیاهی و عوامل بیماری‌زا داشته باشند. برای نمونه، بیماری ذغالی که عامل اصلی خشکیدگی درختان بلوط در دنیا گزارش شده است، چالش اساسی دو گونه بلوط (*Q. suber* و *Q. cerris*) در جنگل‌های مدیترانه‌ای محسوب می‌شود و این بیماری، به دنبال تغییر عوامل اقلیمی در این مناطق شایع شده است (Wargo, 1996; Thomas *et al.*, 2002; Moore & Allard, 2008).

مطالعات در مورد تغییر اقلیم در داخل کشور، عمری ۲۰ ساله دارد و بیشتر مطالعات در مورد اثرات این تغییر بر روی عوامل بارندگی و دما انجام شده است مانند مساح‌بوانی و مرید، ۱۳۸۴؛ آذرانفر، ۱۳۸۵. مرور منابع در ناحیه رویشی زاگرس، نشان می‌دهد که دمای بیشینه و متوسط سالیانه افزایش و مقدار بارندگی کاهش یافته است (شیرغلامی و قهرمان، ۱۳۸۴؛ علیجانی و همکاران، ۱۳۹۰؛ خوش‌اخلاق و همکاران، ۱۳۹۰؛ آذرخشی و همکاران، ۱۳۹۲). تاکنون، مطالعه‌ای جامع بر روی ارتباط عوامل اقلیمی و تبخیرتعرق مرجع با خشکیدگی جنگل‌های ناحیه رویشی زاگرسی انجام نشده است، بنابراین، هدف از این پژوهش، بررسی ارتباط بین عوامل اقلیمی و تبخیرتعرق مرجع با زوال جنگل‌های زاگرس در استان لرستان است. اگر جلوی پیشروی سریع پدیده زوال جنگل‌های زاگرس

www.SID.ir

Archive of SID

گرفته نشود، در آینده نزدیک مناطق جنگلی غرب و جنوب‌غربی کشورمان تبدیل به کوهستان‌های سنگلاخی و فاقد پوشش گیاهی مناسب خواهد شد، به‌طوری‌که خطرات و صدمات سیل، ریزگردها و سایر عواقب آن، برای کل منطقه غیرقابل جبران خواهد بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در استان لرستان که دارای حدود یک میلیون و ۲۳۰ هزار هکتار جنگل (حدود ۴۴ درصد از مساحت استان) است، انجام شد. برای بررسی روند تغییرات و تهیه نقشه‌های عوامل اقلیمی (بارش، دمای هوا، رطوبت نسبی و سرعت باد) و محاسبه تبخیرتعرق مرجع، از داده‌های اقلیمی درازمدت ۹ ایستگاه هواشناسی همدیدی این استان و چهار ایستگاه هواشناسی همدیدی از استان‌های مجاور استفاده شد (جدول ۱ و شکل ۱).

عوامل اقلیمی

در این پژوهش، به بررسی روند چهار عامل اقلیمی بارش، دمای هوا، سرعت باد و رطوبت نسبی در درازمدت و از سال ۱۳۸۰ به بعد اقدام شد، زیرا سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، شروع پدیده زوال جنگل در ناحیه رویشی زاگرس را سال ۱۳۸۰ خورشیدی گزارش کرده است. به‌منظور تعیین نوع اقلیم هر ایستگاه، از نمایه اقلیمی دومارتن (I_{Dm}، رابطه ۱) و جدیدترین بازه ارزش‌های این نمایه استفاده شد (جدول ۲، Baltas, 2007) که در این رابطه، I_{Dm} نمایه اقلیمی دومارتن را نشان می‌دهد و حروف P و T به‌ترتیب بیانگر میانگین بارش سالیانه (میلی‌متر) و میانگین دمای سالیانه (درجه سانتی‌گراد) است.

$$I_{Dm} = P/(T+10) \quad \text{(رابطه ۱)}$$

محاسبه تبخیرتعرق مرجع

از بین روش‌های متعدد ارائه شده برای محاسبه تبخیرتعرق مرجع، در سال ۱۹۹۰ میلادی، از سوی کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی (ICID) و سازمان خواربار و کشاورزی جهانی (FAO)، روش فائو-پنمن-مانتیث (Allen *et al.*, 1998) به‌عنوان تنها روش استاندارد برای برآورد تبخیرتعرق مرجع از روی داده‌های اقلیمی و همچنین برای ارزیابی سایر روش‌ها پیشنهاد شده است و امروزه در داخل کشور و اغلب نقاط دنیا، استفاده از این روش متداول است (کوچک‌زاده و نیکبخت، ۱۳۸۳؛ موسوی بایگی و همکاران، ۱۳۸۸؛ عطارد و همکاران، ۱۳۹۲؛ Goyal, 2004; Ali *et al.*, 2009; Espadafor *et al.*, 2011; Attarod *et al.*, 2015). این روش با استفاده از مختصات محل و داده‌های هواشناسی طولانی‌مدت عوامل تابش خالص خورشیدی، دمای هوا، رطوبت نسبی و سرعت باد، مقدار تبخیرتعرق مرجع را برآورد می‌کند. در این پژوهش، از همین رابطه استفاده شد (رابطه ۲).

(رابطه ۲)

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + ¥\frac{900}{T+273}u_2(e_s - e_a)}{\Delta + ¥(1 + 0.34u_2)}$$

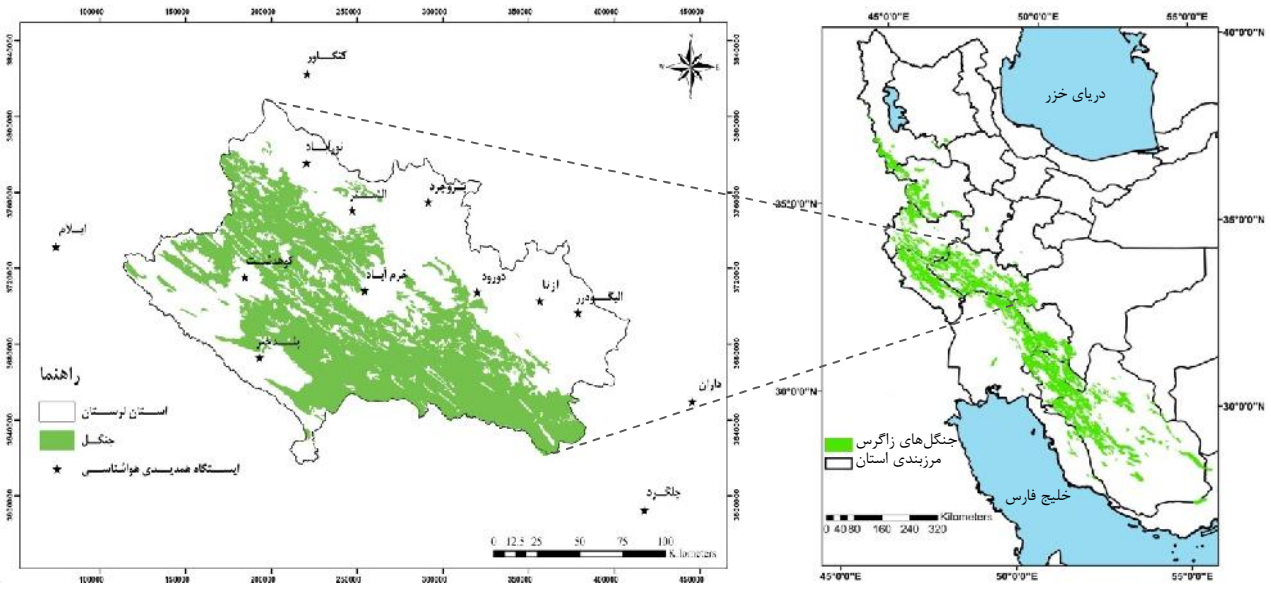
در رابطه بالا، Δ شیب منحنی فشار بخار (کیلو پاسکال بر درجه سانتی‌گراد)، R_n مقدار تابش خالص (مگاژول بر مترمربع در روز)، G چگالی شار حرارتی خاک، γ ضریب سایکرومتری (کیلو پاسکال بر درجه سانتی‌گراد)، T متوسط دمای هوا (درجه سانتی‌گراد)، u_2 سرعت باد در ارتفاع دو متری از سطح زمین (متر بر ثانیه) و e_s-e_a کمبود فشار بخار هوا (کیلو پاسکال) است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی استان لرستان و استان‌های مجاور

نام ایستگاه	استان	ارتفاع از سطح دریا (متر)	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	دوره آماری
پلدختر	لرستان	۶۶۱	۳۳° ۰۹′	۴۷° ۴۳′	۱۳۷۷-۱۳۹۳
خرم‌آباد		۱۱۴۸	۳۳° ۲۶′	۴۸° ۱۷′	۱۳۳۴-۱۳۹۳
کوهدشت		۱۱۹۴	۳۳° ۳۲′	۴۷° ۳۸′	۱۳۷۶-۱۳۹۳
دورود		۱۴۵۳	۳۳° ۲۹′	۴۹° ۰۴′	۱۳۷۹-۱۳۹۳
بروجرد		۱۵۹۷	۳۳° ۵۵′	۴۸° ۴۵′	۱۳۶۸-۱۳۹۳
الشتر		۱۶۱۸	۳۳° ۴۹′	۴۸° ۱۵′	۱۳۷۶-۱۳۹۳
نورآباد		۱۷۸۵	۳۴° ۰۳′	۴۸° ۰۰′	۱۳۷۹-۱۳۹۳
ازنا		۱۸۶۰	۳۳° ۲۷′	۴۹° ۲۵′	۱۳۷۹-۱۳۹۳
الیگودرز		۱۹۸۴	۳۳° ۲۴′	۴۹° ۴۲′	۱۳۶۵-۱۳۹۳
ایلام	ایلام	۱۳۸۴	۳۳° ۳۸′	۴۶° ۲۶′	۱۳۶۵-۱۳۹۳
کنگاور	کرمانشاه	۱۵۰۴	۳۴° ۲۱′	۴۷° ۰۹′	۱۳۶۶-۱۳۹۳
داران	اصفهان	۲۲۹۸	۳۲° ۵۸′	۵۰° ۲۲′	۱۳۶۸-۱۳۹۳
چلگرد	چهارمحال و بختیاری	۲۳۴۴	۳۲° ۲۶′	۵۰° ۰۷′	۱۳۶۶-۱۳۹۳



شکل ۱- نقشه پراکنش جنگل‌های ناحیه رویشی زاگرس و پراکنش ایستگاه‌های همدیدی استان لرستان و استان‌های مجاور

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تقسیم‌بندی اقلیم‌ها بر اساس نمایه اقلیمی دومارتن

(Baltas, 2007 I_{Dem})

دامنه ارزش I_{Dem}	نوع اقلیم
کم‌تر از ۱۰	خشک
۱۰ –۱۹/۹	نیمه‌خشک
۲۰ – ۲۳/۹	مدیترانه‌ای
۲۴ – ۲۷/۹	نیمه‌مرطوب
۲۸ – ۳۴/۹	مرطوب
۳۵ – ۵۵	بسیار مرطوب
بیشتر از ۵۵	بشدت مرطوب

نقشه درون‌یابی عوامل اقلیمی و تبخیرتعرق مرجع

موانع جغرافیایی (مانند بیابان‌های گسترده، جنگل‌ها و کوهستان‌های سرد) در کنار هزینه زیاد، ازجمله عواملی هستند که برپایی ایستگاه‌های هواشناسی را در کل کشور محدود ساخته‌اند. برای دستیابی به اطلاعات در مناطقی که فاقد ایستگاه هواشناسی است، بر اساس داده‌های ایستگاه‌های موجود، می‌توان مقدار عوامل مورد نظر در مناطق مجاور را برآورد کرد که به این عمل، درون‌یابی می‌گویند. برای درون‌یابی روش‌های مختلفی وجود دارد که پژوهش‌گران زیادی بر این باورند که روش کریجینگ برای داده‌های اکوهیدرولوژیک و اقلیمی، بهترین روش درون‌یابی به‌شمار می‌آید (انصاری و داوری، ۱۳۸۶؛ نادی و همکاران، ۱۳۹۱؛ Cressies, 1991; Voltz & Goulard, 1994; Jeffrey *et al.*, 2001; Rivest & Marcotte, 2012). به همین منظور، از داده‌های ۹ ایستگاه هواشناسی استان لرستان و همچنین چهار ایستگاه کمکی از اطراف این استان (جدول ۱)، با استفاده از روش کریجینگ، نقشه درون‌یابی عوامل اقلیمی و نیز تبخیرتعرق مرجع در سطح استان لرستان تهیه شد.

نقشه زوال جنگل‌های زاگرس

با کمک نقشه‌های موجود زوال جنگل‌های زاگرس در استان لرستان که توسط سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور در سال ۱۳۹۳ تهیه و صحت آن توسط برداشت زمینی تأیید شده بود (شکل ۲)، پنج طبقه زوال به صورت زیر در این جنگل‌ها در نظر گرفته شد: فاقد زوال، زوال کم (۰/۱ – ۲۵ درصد)، زوال متوسط (۲۵/۱– ۵۰ درصد)، زوال زیاد (۵۰/۱ – ۷۵ درصد) و زوال خیلی زیاد (۷۵/۱ – ۱۰۰ درصد). درصد مساحت هر طبقه زوال نسبت به کل مساحت جنگل‌های لرستان، عبارتند از: فاقد زوال (۵۳/۸ درصد)، زوال کم (۲۶ درصد)، زوال متوسط (۱۶/۱ درصد)، زوال زیاد (۲/۳ درصد) و زوال خیلی زیاد (۱/۸ درصد).

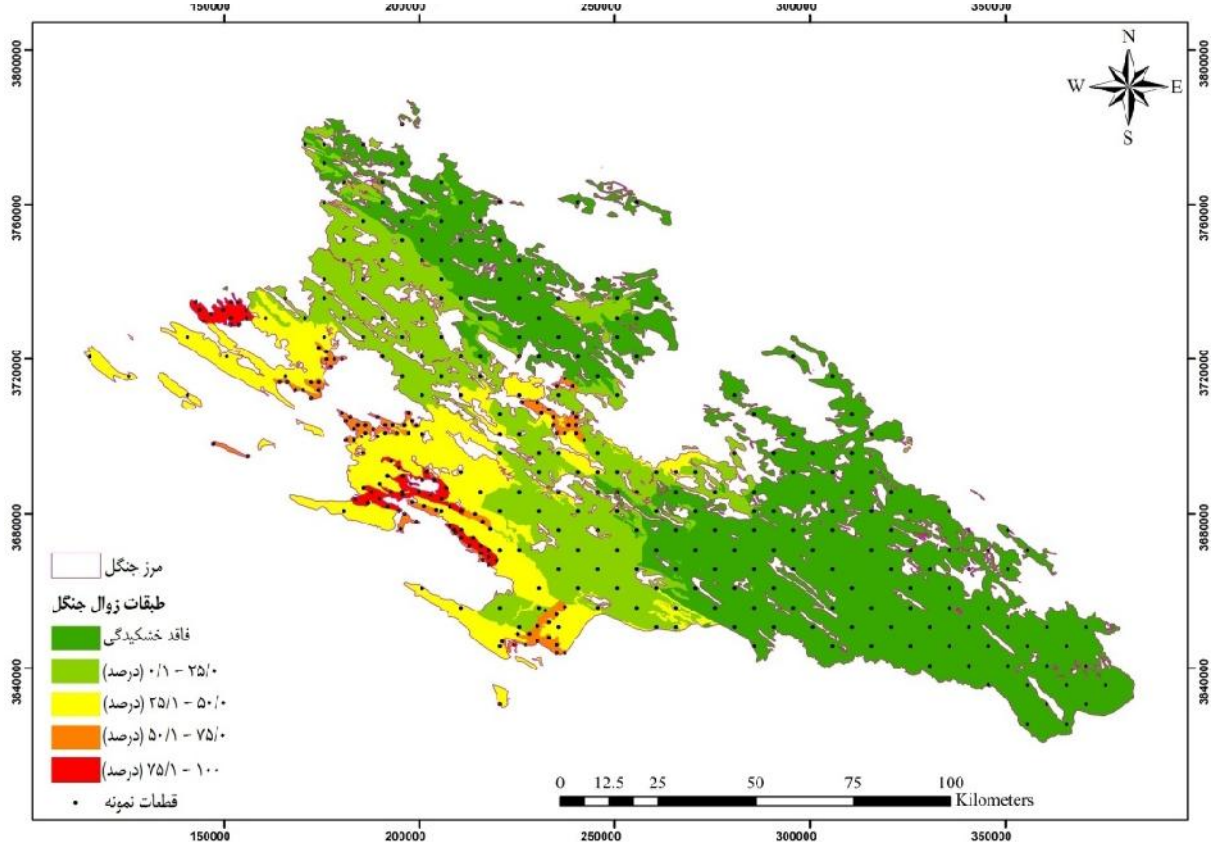
برای بررسی رابطه بین عوامل اقلیمی و طبقات زوال، مبادرت به استفاده از روش منظم-تصادفی به دلیل دقت بالای این روش نسبت به سایر روش‌های نمونه‌برداری شد . تعداد قطعه‌نمونه‌های برداشت شده در هریک از طبقات زوال جنگل بر اساس سطح هر طبقه و دقت آماربرداری عبارت است از: ۱۳۸ قطعه‌نمونه در طبقه فاقد زوال، ۹۵ قطعه‌نمونه در طبقه زوال کم، ۷۵ قطعه‌نمونه در طبقه زوال متوسط، ۶۵ قطعه‌نمونه در طبقه زوال زیاد و ۴۸ قطعه‌نمونه در طبقه زوال خیلی زیاد (شکل ۲).

آزمون آماری

به‌منظور بررسی میزان همبستگی بین متغیرهای اقلیمی و طبقات زوال جنگل، از پنج رابطه رگرسیونی خطی، نمایی، لگاریتمی، توانی و چندجمله‌ای استفاده و بر اساس بیش‌ترین مقدار ضریب تبیین (R^2)، بهترین برازش انتخاب شد (صادقی، ۱۳۹۳). برای ارتباط برقرار کردن بین عوامل اقلیمی و طبقات زوال جنگل، از آزمون همبستگی اسپیرمن استفاده شد، زیرا ماهیت داده‌ها در این پژوهش، گسسته بودند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- نقشه‌ی طبقات زوال جنگل‌های استان لرستان، ناحیه‌ی رویشی زاگرس مرکزی

نتایج

جدول ۳، میانگین عوامل اقلیمی و تبخیرتعرق مرجع را در منطقه نشان می‌دهد که بر اساس این جدول، عامل بارش در تمامی ایستگاه‌ها (بجز پلدختر) از سال ۱۳۸۰ خورشیدی به بعد کاهش چشمگیری یافته است و بیشترین درصد کاهش بارش نیز در ایلام مشاهده می‌شود (۲۰/۶ درصد کاهش). دمای هوا نیز در کلیه ایستگاه‌ها بجز پلدختر، در ۱۵ سال اخیر افزایش یافته است و بیشترین افزایش نیز در چلگرد به‌دست آمد (۷/۷ درصد افزایش). در ۱۵ سال اخیر، تبخیرتعرق مرجع در بیشتر ایستگاه‌های مورد مطالعه (بجز ایستگاه‌های پلدختر، الشتر و کنگاور) روندی افزایشی داشته است. بجز ایستگاه پلدختر، نمایه دومارتن در تمامی ایستگاه‌ها روند کاهشی بوده است.

تغییرات مکانی مقادیر متوسط عوامل اقلیمی و تبخیرتعرق مرجع در شکل ۳ نمایش داده شده است. بر اساس این شکل، گرم‌ترین منطقه در لرستان، در جنوب‌غربی این استان قرار دارد. بیشترین رطوبت نسبی را نواحی شمالی استان (بین الشتر و نورآباد) دربر می‌گیرد. از نظر بارش، حد فاصل شهرهای کوهدشت و پلدختر بارش کمتری را دریافت کردند. از نظر تبخیرتعرق مرجع نیز نواحی جنوب‌غربی لرستان (پلدختر) بیشترین مقادیر را به خود اختصاص می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

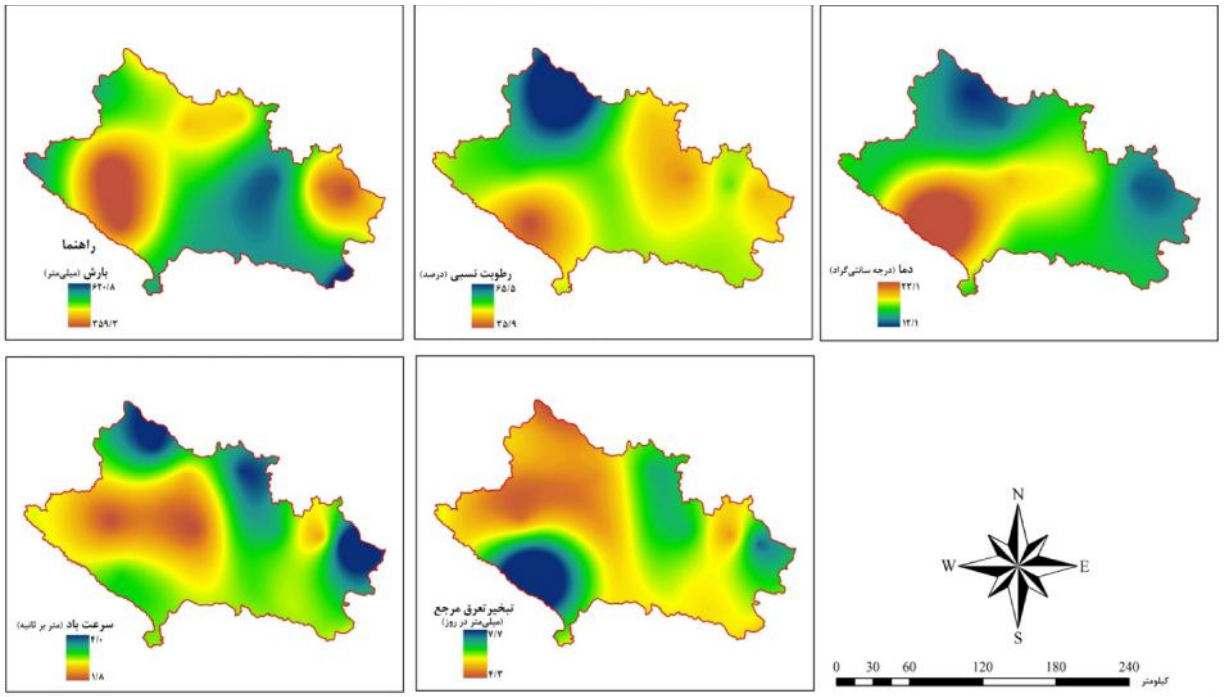
جدول ۳- نتایج حاصل از میانگین عوامل اقلیمی و تبخیرتعرق مرجع در ناحیه رویشی زاگرس مرکزی، استان لرستان، طی سه بازه زمانی درازمدت، قبل از سال ۱۳۸۰ خورشیدی و از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳ خورشیدی

ایستگاه	دوره آماری (سال خورشیدی)	بارش (میلی‌متر)	دمای هوا (درجه سانتی‌گراد)	رطوبت نسبی (درصد)	سرعت باد (متر بر ثانیه)	تبخیرتعرق مرجع (میلی‌متر در روز)	نمایه دومارتن
پلدختر	۱۳۷۷-۱۳۹۳	۳۷۴/۶	۲۳/۱	۳۵/۹	۲/۸	۷/۷۲	۱۱/۳
	قبل از ۱۳۸۰	۳۱۱/۱	۲۳/۵	۳۲/۶	۲/۸	۷/۹۲	۹/۳
	بعد از ۱۳۸۰	۳۸۳/۱	۲۳/۱	۳۶/۴	۲/۸	۷/۸۲	۱۱/۶
خرم‌آباد	۱۳۳۴-۱۳۹۳	۴۸۴/۹	۱۷/۲	۴۶/۲	۱/۸	۴/۸۷	۱۷/۸
	قبل از ۱۳۸۰	۵۱۲/۸	۱۷/۲	۴۷/۰	۱/۶	۴/۶۸	۱۸/۹
	بعد از ۱۳۸۰	۴۰۱/۲	۱۷/۴	۴۳/۸	۲/۵	۵/۴۵	۱۴/۶
کوهدشت	۱۳۷۶-۱۳۹۳	۳۵۹/۲	۱۶/۰	۴۷/۹	۱/۸	۴/۶۲	۱۳/۸
	قبل از ۱۳۸۰	۳۷۴/۱	۱۵/۹	۴۹/۶	۱/۹	۴/۶۰	۱۴/۴
	بعد از ۱۳۸۰	۳۵۶/۲	۱۶/۱	۴۷/۶	۱/۸	۴/۶۲	۱۳/۶
دورود	۱۳۷۹-۱۳۹۳	۵۴۸/۲	۱۶/۱	۳۹/۲	۳/۱	۶/۱۲	۲۱/۰
	قبل از ۱۳۸۰	–	–	–	–	–	–
	بعد از ۱۳۸۰	۵۴۸/۲	۱۶/۱	۳۹/۲	۳/۱	۶/۱۲	۲۱/۰
بروجرد	۱۳۶۸-۱۳۹۳	۴۴۰/۴	۱۴/۹	۴۲/۰	۳/۵	۶/۱۵	۱۷/۷
	قبل از ۱۳۸۰	۴۹۷/۷	۱۴/۴	۴۳/۲	۳/۴	۵/۹۸	۱۹/۷
	بعد از ۱۳۸۰	۴۰۹/۶	۱۵/۳	۴۱/۰	۳/۵	۶/۲۷	۱۶/۲
الشتر	۱۳۷۶-۱۳۹۳	۴۳۷/۳	۱۲/۸	۵۰/۶	۲/۳	۴/۷۸	۱۹/۲
	قبل از ۱۳۸۰	۴۵۱/۸	۱۲/۷	۴۸/۰	۲/۲	۴/۸۰	۱۹/۹
	بعد از ۱۳۸۰	۴۳۴/۳	۱۲/۸	۵۱/۱	۲/۳	۴/۷۸	۱۹/۰
نورآباد	۱۳۷۹-۱۳۹۳	۴۶۷/۲	۱۲/۱	۶۵/۵	۳/۶	۴/۸۱	۲۱/۲
	قبل از ۱۳۸۰	–	–	–	–	–	–
	بعد از ۱۳۸۰	۴۶۷/۲	۱۲/۱	۶۵/۵	۳/۶	۴/۸۱	۲۱/۲
ازنا	۱۳۷۹-۱۳۹۳	۴۱۰/۳	۱۲/۶	۴۶/۲	۲/۲	۴/۸۴	۱۸/۲
	قبل از ۱۳۸۰	–	–	–	–	–	–
	بعد از ۱۳۸۰	۴۱۰/۳	۱۲/۶	۴۶/۲	۲/۲	۴/۸۴	۱۸/۲
الیگودرز	۱۳۶۵-۱۳۹۳	۳۸۷/۸	۱۲/۷	۴۱/۲	۴/۰	۶/۵۹	۱۷/۱
	قبل از ۱۳۸۰	۳۸۹/۹	۱۲/۲	۴۰/۱	۳/۱	۶/۴۶	۱۷/۶
	بعد از ۱۳۸۰	۳۸۵/۸	۱۳	۴۲/۲	۴/۹	۶/۶۹	۱۶/۸
ایلام	۱۳۶۵-۱۳۹۳	۵۷۰/۵	۱۶/۹	۴۰/۸	۲/۲	۶/۰۰	۲۱/۲
	قبل از ۱۳۸۰	۶۳۳/۴	۱۶/۸	۴۰/۳	۲/۰	۵/۸۶	۲۳/۶
	بعد از ۱۳۸۰	۵۰۳/۱	۱۷/۰	۴۱/۶	۲/۵	۶/۱۰	۱۸/۶

www.SID.ir

Archive of SID

ایستگاه	دوره آماری (سال خورشیدی)	بارش (میلی‌متر)	دمای هوا (درجه سانتی‌گراد)	رطوبت نسبی (درصد)	سرعت باد (متر بر ثانیه)	تبخیرتعرق مرجع (میلی‌متر در روز)	نمایه دومارتن
کنگاور	۱۳۹۳-۱۳۶۶	۳۸۹/۸	۱۳/۰	۵۲/۱	۳/۵	۳/۵۹	۱۷/۰
	قبل از ۱۳۸۰	۴۰۵/۵	۱۲/۷	۵۱/۲	۳/۱	۳/۶۶	۱۷/۹
	بعد از ۱۳۸۰	۳۷۶/۲	۱۳/۴	۵۲/۱	۳/۹	۳/۵۲	۱۶/۱
داران	۱۳۹۳-۱۳۶۸	۳۱۷/۴	۱۰/۹	۴۲/۰	۱/۸	۴/۴۰	۱۵/۲
	قبل از ۱۳۸۰	۳۲۳/۱	۱۰/۶	۴۱/۵	۱/۸	۴/۳۴	۱۵/۷
	بعد از ۱۳۸۰	۳۱۳/۳	۱۱/۲	۴۲/۳	۱/۹	۴/۴۴	۱۴/۸
چلگرد	۱۳۹۳-۱۳۶۶	۱۳۸۳/۵	۹/۵	۴۵/۸	۱/۵	۳/۳۹	۷۰/۹
	قبل از ۱۳۸۰	۱۴۴۰/۲	۹/۱	۴۶/۲	۱/۷	۳/۴۴	۷۵/۳
	بعد از ۱۳۸۰	۱۳۳۴/۴	۹/۸	۴۵/۵	۱/۴	۳/۳۳	۶۷/۳

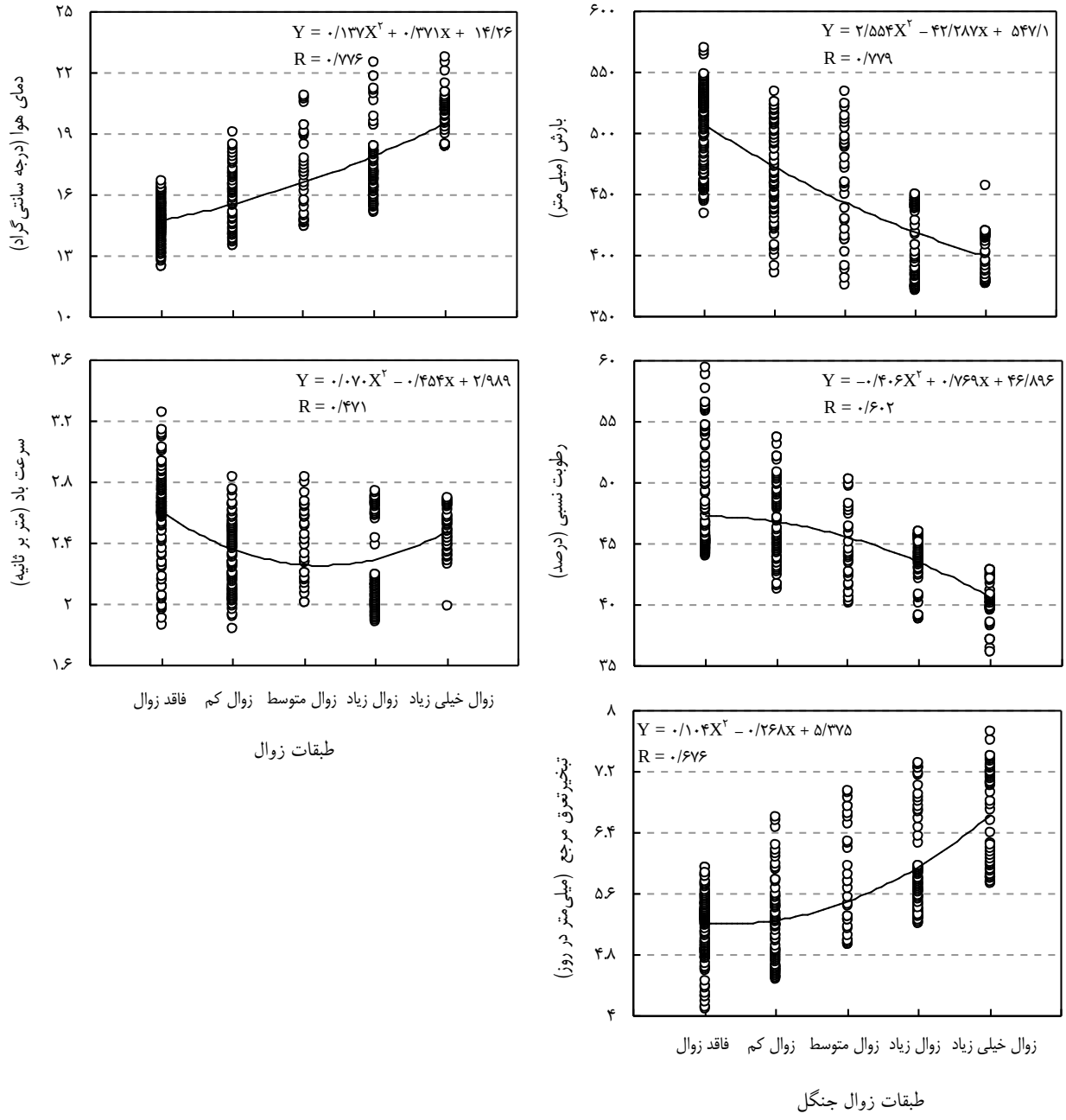


شکل ۳- نقشه درون‌یابی عوامل اقلیمی و تبخیرتعرق مرجع در استان لرستان و ناحیه رویشی زاگرس مرکزی

شکل ۴، ارتباط بین طبقات زوال جنگل با عوامل اقلیمی و تبخیرتعرق مرجع را نشان می‌دهد. بهترین رابطه برازش داده شده برای عوامل اقلیمی و تبخیرتعرق مرجع، روابط چندجمله‌ای می‌باشد. عوامل بارش (۰/۷۷۹)، دمای هوا (۰/۷۷۶)، رطوبت نسبی (۰/۶۰۲) و تبخیرتعرق مرجع (۰/۶۷) همبستگی معنی‌داری را با طبقات زوال جنگل داشتند ($P < ۰/۰۱$)، به‌طوری‌که عوامل بارش و رطوبت نسبی همبستگی منفی و عوامل دمای هوا و تبخیرتعرق مرجع همبستگی مثبت نشان دادند. لازم به ذکر است که همبستگی مثبت بیانگر این موضوع است که با افزایش مقدار آن عامل، بر درجه زوال جنگل افزوده می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴- رابطه بین عوامل اقلیمی و تبخیرتعرق مرجع با طبقات زوال جنگل در استان لرستان و ناحیه رویشی زاگرس مرکزی

بحث

در طول تاریخ همواره اقلیم کره زمین در حال تغییر بوده و با شروع انقلاب صنعتی نقش بشر در تغییرات اقلیمی افزایش پیدا کرده است که به طور عمده به دلیل افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی، شهرنشینی، جنگل‌زدایی و بیابان‌زایی می‌باشد (Cutforth *et al.*, 1999). در حال حاضر تغییر اقلیم یکی از مسائل مهم محیط زیستی جهان است. با توجه به اهمیتی که تغییر اقلیم بر ساختار محیط کره زمین و ساکنان آن داشته و خواهد داشت، تلاش در جهت شناخت هر چه بیشتر

www.SID.ir

Archive of SID

چگونگی رخدادهای تغییر اقلیم امری مسلم است. این ضرورت به‌ویژه در زمان فعلی که بحث خشکیدگی جنگل‌ها در سطح منطقه‌ای و گرم شدن جهانی به یک مسئله جدی تبدیل شده است، آشکار می‌شود. خشکسالی ناشی از مرگ درختان می‌تواند به طور بالقوه چرخه کربن، انرژی و توازن آب را در ریزاقلیم و نیز در مقیاس‌های منطقه‌ای، کشوری و گاهی جهانی تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین، هدف از این پژوهش، بررسی فرضیه ارتباط تغییر عوامل اقلیمی با زوال جنگل‌های زاگرس مرکزی با مطالعه ایستگاه‌های استان لرستان که دارای داده‌های قابل اطمینانی هستند، بود.

میانگین مقدار بارش باران در استان لرستان (۹ ایستگاه)، ۴۴۴/۵ میلی‌متر به‌دست آمد (جدول ۳) که مقدار آن کمتر از میانگین بارندگی در ناحیه رویشی زاگرس شمالی (۵۲۸/۲ میلی‌متر) (دولتشاهی، ۱۳۹۳) و بالاتر از میانگین بارندگی ناحیه رویشی زاگرس جنوبی با (۴۱۵/۹ میلی‌متر) است (عطارد و همکاران، ۱۳۹۲)؛ بنابراین می‌توان گفت که به طور کلی هر چه از جنوب زاگرس به سمت شمال می‌رویم، به طور متوسط بر مقدار بارش افزوده می‌گردد (با فرض ثابت بودن ارتفاع از سطح دریای منطقه) که منطبق با یافته‌های دولتشاهی (۱۳۹۳) بر روی سه ایستگاه پیرانشهر، سقز و سنندج و نیز عطارد و همکاران (۱۳۹۲) بر روی ایستگاه‌های فسا، رامهرمرز و سد درودزن است. مقدار بارش از سال ۱۳۸۰ خورشیدی به بعد در استان لرستان،۳۹/۲ میلی‌متر (۸/۲ درصد) کاهش یافته است (بجز ایستگاه پلدختر) که منطبق با یافته‌های دیگر پژوهش‌گران در منطقه رویشی زاگرس است (عطارد و همکاران، ۱۳۹۲؛ رستمی و همکاران، ۱۳۹۲؛ دولتشاهی، ۱۳۹۳). برای نمونه، دولتشاهی در منطقه رویشی زاگرس شمالی به این نتیجه رسید که به طور متوسط در دهه اخیر، بارش ۱۷/۵ درصد کاهش یافته است (معادل ۷۷/۳ میلی‌متر). همچنین عطارد و همکاران (۱۳۹۲) مقدار کاهش بارش در دهه حاضر را در منطقه زاگرس جنوبی، ۶/۶ درصد (معادل ۲۴/۲ میلی‌متر) اعلام کرده‌اند. بنابراین کل ناحیه رویشی زاگرس از سال ۱۳۸۰ خورشیدی به بعد و با شروع پدیده زوال جنگل‌ها، با کاهش بارش مواجه شده که ممکن است باعث شود که مقدار رطوبت در دسترس گیاهان و درختان در این ناحیه، با مخاطره مواجه شده باشد. از این‌رو اقداماتی همانند استقرار سنگ‌چین دور تنه درختان و نگه داشتن لاشبرگ درختان (برای افزایش نفوذپذیری آب در خاک و نیز کاهش مقدار تبخیر از سطح خاک) می‌تواند سبب افزایش رطوبت خاک در نزدیکی تنه درختان شود، ازجمله اقدامات مثبت در جهت افزایش رطوبت در دسترس برای درختان در این ناحیه به‌شمار می‌آید.

میانگین دمای هوای درازمدت استان لرستان، ۱۵/۷ درجه سانتی‌گراد حاصل شد (جدول ۳) که در میانه دامنه اعداد گزارش شده در زاگرس شمالی (۱۲/۴ درجه سانتی‌گراد (دولتشاهی، ۱۳۹۳)) و زاگرس جنوبی (۱۹/۵ درجه سانتی‌گراد (عطارد و همکاران، ۱۳۹۲)) می‌باشد، بنابراین به نظر می‌رسد با فرض ثابت بودن ارتفاع از سطح دریا، هر چه از ناحیه زاگرس شمالی به سمت مرکزی و جنوبی پیش برویم، بر مقدار متوسط دمای هوا افزوده می‌شود. به طور متوسط دمای هوا از سال ۱۳۸۰ خورشیدی به بعد در استان لرستان ۰/۶ درصد (معادل با ۰/۷ درجه سانتی‌گراد) افزایش یافته است و تنها در جنوب استان (ایستگاه پلدختر)، این عامل کاهش یافته است. دولتشاهی (۱۳۹۳) با پژوهش بر روی ناحیه رویشی زاگرس شمالی، به این نتیجه دست یافت که دمای هوا در یک دهه اخیر در این ناحیه ۵/۸ درصد افزایش یافته است (معادل با ۰/۷ درجه سانتی‌گراد). همچنین در ناحیه رویشی زاگرس جنوبی، رستمی و همکاران (۱۳۹۲) ابراز داشتند که دمای هوا در دهه حاضر به طور متوسط ۶/۷ درصد (۰/۵ درجه سانتی‌گراد) افزایش نشان داده است. کوچکی و همکاران (۱۳۸۶)، بر اساس مدل منطقه‌ای گردش هواسپهر، نشان دادند که میانگین ماهانه دمای هوا در تمام ایستگاه‌های کشور، روند افزایشی

www.SID.ir

Archive of SID

داشته است و بر این اساس پیش‌بینی کردند که به طور میانگین دمای هوای ایران تا سال ۲۰۵۰، ۲/۷ درجه سانتی‌گراد افزایش خواهد یافت. به علاوه مشخص شده است که دمای هوا در نیمکره شمالی زمین از سال ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۵، به مقدار ۰/۳ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است (Brohan *et al.*, 2006). از آنجا که توزیع و پراکنش گونه‌های گیاهی، به‌شدت به تغییرات مقادیر متوسط دمای هوا وابسته است (مروی‌مهاجر، ۱۳۹۰)، بنابراین گرم شدن اکوسیستم‌های جنگلی، باعث تغییراتی در ترکیب جوامع گیاهی و نیز پراکنش آنها می‌شود.

متوسط درازمدت عامل رطوبت نسبی در استان لرستان، ۴۵/۹ درصد به‌دست آمد (جدول ۳) که در میانه دامنه گزارش شده در زاگرس شمالی (۵۰/۱ درصد (دولتشاهی، ۱۳۹۲)) و زاگرس جنوبی (۳۸ درصد (عطارد و همکاران، ۱۳۹۲)) قرار دارد. در مقایسه با دیگر عوامل اقلیمی، رطوبت نسبی از سال ۱۳۸۰ خورشیدی به بعد کمترین درصد تغییرات را در استان لرستان با ۲/۹ درصد کاهش به خود اختصاص داده است و منطبق با نتیجه دیگر پژوهش‌گران، این عامل در زاگرس شمالی ۰/۵ درصد کاهش و در زاگرس جنوبی یک درصد کاهش را در دهه اخیر نشان داده است (عطارد و صادقی، ۱۳۹۳).

میانگین درازمدت سرعت باد در استان لرستان، ۲/۶ متر بر ثانیه به‌دست آمد (جدول ۳) که بیشتر از مقادیر گزارش شده در زاگرس شمالی (۲/۴ متر بر ثانیه (دولتشاهی، ۱۳۹۳)) و زاگرس جنوبی (۱/۷ متر بر ثانیه (عطارد و همکاران، ۱۳۹۲)) است. یکی از دلایل اصلی این مغایرت، می‌تواند مرتبط با بیش‌تر بودن ارتفاع از سطح دریای ایستگاه‌های مورد بررسی در این پژوهش (بر اساس جدول ۲، متوسط ارتفاع از سطح دریا ایستگاه‌های استان لرستان: ۱۴۷۸ متر) با پژوهش‌های انجام شده در نواحی رویشی زاگرس شمالی (۱۳۷۵ متر از سطح دریا (دولتشاهی، ۱۳۹۳)) و زاگرس جنوبی (۱۲۰۰ متر از سطح دریا (عطارد و همکاران، ۱۳۹۲)) باشد، زیرا با افزایش ارتفاع از سطح دریا، سرعت باد تا حد زیادی افزایش می‌یابد (مروی مهاجر، ۱۳۹۰؛ عطارد و صادقی، ۱۳۹۲؛ Allen *et al.*, 1998). مقدار این عامل از سال ۱۳۸۰ خورشیدی به بعد در استان لرستان با افزایش ۳۵/۶ درصدی، بیشترین مقدار تغییرات را به خود اختصاص داده است و منطبق با نتایج عطارد و همکاران (۱۳۹۲) در ناحیه رویشی زاگرس جنوبی می‌باشد که در یک دهه اخیر، این عامل ۳۳/۱ درصد در این ناحیه رویشی افزایش یافته است. اما در ناحیه رویشی زاگرس شمالی، دولتشاهی (۱۳۹۳) به این نتیجه رسید که به طور متوسط در دهه اخیر، سرعت باد ۶/۵ درصد افزایش یافته است. دلیل این اختلاف چشمگیر بین متوسط تغییرات سرعت باد از سال ۱۳۸۰ خورشیدی به بعد در نواحی رویشی زاگرس جنوبی و مرکزی (استان لرستان) با ناحیه رویشی زاگرس شمالی، می‌تواند بهره‌برداری‌های شدید، زوال جنگل و در نتیجه نابودی بسیاری از درختان در استان لرستان و ناحیه جنوبی زاگرس باشد که سبب لخت شدن پوشش گیاهی در بسیاری از مناطق آن شده است. افزایش سرعت باد، علاوه بر تأثیر مستقیم در افزایش مقدار تبخیرتعرق مرجع (Jhajharja *et al.*, 2009; Attarod *et al.*, 2015)، می‌تواند سبب افزایش مشکلات اقتصادی شود و زندگی در بسیاری از مناطق را برای مردم سخت‌تر کرده و خسارتهای آن در صورت عدم کنترل، غیر قابل جبران است (قهرمان و قره‌خانی، ۱۳۸۹).

بر اساس جدول ۳، میانگین درازمدت تبخیرتعرق مرجع در استان لرستان ۵/۴۷ میلی‌متر در روز به‌دست آمد که مقدار آن بیشتر از اعداد گزارش شده در زاگرس شمالی (۳/۹۰ میلی‌متر در روز (دولتشاهی، ۱۳۹۳)) و زاگرس جنوبی (۳/۴۰ میلی‌متر (عطارد و همکاران، ۱۳۹۲)) می‌باشد. یکی از دلایل عمده این اختلاف، بالا بودن سرعت باد در استان لرستان نسبت به دیگر پژوهش‌هاست. با شروع پدیده زوال جنگل‌ها از سال ۱۳۸۰ خورشیدی به بعد، به طور متوسط تبخیرتعرق مرجع ۱۲/۷ درصد در استان لرستان افزایش یافته است

www.SID.ir

Archive of SID

که مقدار این افزایش در ناحیه رویشی زاگرس شمالی، ۴/۳ درصد (دولتشاهی، ۱۳۹۳) و زاگرس جنوبی ۶ درصد (عطارد و همکاران، ۱۳۹۲) گزارش شده است. مرور منابع نیز نشان می‌دهند که پدیده گرم شدن جهانی به احتمال زیاد با افزایش تبخیرتعرق گیاهان در اقلیم‌ها شکننده است که سبب افزایش شدت فصول خشک در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک دنیا می‌شود که در نهایت سبب افزایش فرایند بیابان‌زایی می‌گردد (Mahmood, 1997; IPCC, 2013)؛ و به‌طور قطع تغییرات عوامل اقلیمی، مقدار تبخیرتعرق مرجع اکوسیستم جنگل‌های طبیعی در ناحیه رویشی زاگرس را تحت تأثیر قرار داده و سبب تضعیف بیشتر این اکوسیستم شده است.

در نهایت بر اساس نتایج حاصل از جدول ۳ و دامنه مقادیر نمایه دومارتن (جدول ۲)، اقلیم کلی استان لرستان به طور متوسط نیمه‌خشک است (ارزش نمایه دومارتن: ۱۷/۵). به‌طوری‌که بجز پلدختر، بقیه ایستگاه‌های استان لرستان به سمت خشک‌تر پیش می‌روند (کاهش ارزش نمایه دومارتن). در بیشتر اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک دنیا بر اثر تغییر اقلیم، شاهد افزایش شدت فصول خشک خواهیم بود (صادقی، ۱۳۹۳؛ IPCC, 2013) که در نهایت سبب شکننده‌تر شدن این مناطق و متعاقباً افزایش فرایند بیابان‌زایی در این مناطق می‌گردد.

بر اساس شکل ۴، عوامل بارش و رطوبت نسبی همبستگی منفی و معنی‌داری را با طبقات زوال جنگل در استان لرستان نشان دادند که این بدان معنا است که در مکان‌هایی که مقدار این عوامل بیشتر می‌شود، احتمال زوال جنگل‌ها کاهش می‌یابد. همچنین دمای هوا و تبخیرتعرق مرجع همبستگی مثبت و معنی‌داری را با طبقات زوال جنگل نشان دادند.

نتایج این پژوهش نشان داد که بر اثر تغییر اقلیم در سطح جهانی، احتمال می‌رود یکی از مهمترین دلایل خشکیدگی بوم‌سازگان جنگلی زاگرس، تغییر عوامل اقلیمی در طی زمانی کوتاه باشد. نتایج تحقیقات بعمل آمده در دنیا، نقش تغییرات اقلیمی در بروز اپیدمی آفات و امراض گیاهی و ایجاد تغییرات ژنتیکی در آنها را اثبات می‌کند (Garrett *et al.*, 2006; Kotroczóa *et al.*, 2012). به‌طوری‌که رویداد مرگ درختان در جنگل‌های جهان با تغییر آب و هوا در ارتباط است (Van Mantgem *et al.*, 2009; Ozturk *et al.*, 2010). این تغییرات پاتوژن و میزبان را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بنابراین این احتمال وجود دارد که تغییرات آب و هوایی، اثرات قوی در پراکنش و رفتار گونه‌های گیاهی و عوامل بیماری‌زا داشته باشند و در همین راستا، بیماری ذغالی، که به‌عنوان چالش اصلی گونه‌های بلوط مناطق مدیترانه‌ای (*Quercus suber* & *Q. cerris*) به‌شمار می‌آید، به دنبال تغییر عوامل اقلیمی در این مناطق، شایع شده و افزایش زوال جنگل‌ها را در این مناطق به دنبال داشته است (Wargo, 1996; Thomas *et al.*, 2002; Moore & Allard, 2008). نکته مهم این است که متأسفانه هنوز به طور دقیق و علمی علل و عوامل مؤثر در بروز این پدیده‌ها مورد بررسی قرار نگرفته است.

اطلاعات در زمینه اثرگذاری عوامل اقلیمی و تبخیرتعرق مرجع بر زوال جنگل‌ها در زاگرس اندک است و لازم می‌باشد در آینده، این قبیل مطالعات مورد توجه قرار بگیرد. اعمال مدیریت مناسب بهره‌برداری بر منابع آب کشور می‌تواند از فشار و شدت برداشت منابع آبی کشور و مرگ و میر بیشتر درختان در استان لرستان بکاهد. از میان برداشتن فاکتورهای محیطی حساس و استرس‌زا همانند سرشاخه‌زنی، زراعت زیرآشکوب، دامداری، محافظت درختان در برابر آفات و بیماری‌ها و مدیریت ریزگردها بهترین راهکار برای نجات این اکوسیستم ارزشمند است، زیرا این راهکارها می‌توانند اکوسیستم را در برابر تغییر عامل‌های اقلیمی مقاوم‌تر کنند.

منابع مورد استفاده

- آذرانفر، آ.، ۱۳۸۵. کوچک مقیاس‌کردن خروجی مدل‌های اقلیمی با کاربرد روش‌های آماری، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی

www.SID.ir

Archive of SID

آب، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۶ ص.
- آذرخشی، م.، فرزادمهر، ج.، اصلاح، م.، صحابی، ح.، ۱۳۹۲. بررسی روند تغییرات سالانه و فصلی بارش و عوامل دما در مناطق مختلف آب و هوایی ایران. مجله منابع طبیعی ایران، ۶۶ (۱): ۱-۱۶.
- انصاری، ح.، داوری، ک.، ۱۳۸۶. پهنه‌بندی دوره خشک با استفاده از شاخص بارندگی استاندارد شده در محیط GIS (مطالعه موردی: استان خراسان). پژوهش‌های جغرافیایی، ۶۰: ۹۷-۱۰۸.
- بردبار، س.ک.، ثاقب‌طالبی، خ.، حمزه‌پور، م.، جوکار، ل.، پاک‌پرور، م.، عباسی، ع.ر.، ۱۳۸۹. اثر عوامل محیطی بر گسترش و برخی خصوصیات کمی بلوط ایرانی در استان فارس، مجله تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۸ (۳): ۳۹۰-۴۰۴.
- بیرانوند، ا.، عطارد، پ.، توکلی، م.، مروی‌مهاجر، م.ر.، ۱۳۹۴. زوال بوم سازگان جنگلی زاگرس؛ علل، پیامدها و راهکارها، مجله جنگل و مرتع (پذیرفته شده برای انتشار).
- ثاقب طالبی، خ.، ساجدی، ت.، یزدیان، ف.، ۱۳۸۳. نگاهی به جنگل‌های ایران. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، تهران، ۸۲ ص.
- جزیره‌ای، م.ح.، ابراهیمی رستاقی، م.، ۱۳۹۲. جنگل شناسی زاگرس، چاپ دوم، دانشگاه تهران، ۵۶۰ ص.
- حسین‌زاده، ج.، پورهاشمی، م.، ۱۳۹۴. بررسی شاخص‌های تاج درختان بلوط ایرانی در رابطه با پدیده‌ی خشکیدگی در جنگل‌های ایلام، مجله جنگل ایران، ۷ (۱): ۵۷-۶۶.
- حسین‌زاده، ج.، اعظمی، ا.، محمدپور، م.ا.، ۱۳۹۴. بررسی ارتباط عامل‌های پستی و بلندی با گسترش زوال بلوط در جنگل مله سیاه ایلام، مجله تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۳ (۱):۱۹۰-۱۹۷.
- حسینی، ا.، حسینی، س.م.، رحمانی، ا.، آزادفر، د.، ۱۳۹۱. تاثیر مرگ و میر درختی بر ساختار جنگل‌های بلوط ایرانی در استان ایلام، مجله تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۰ (۴): ۵۶۵-۵۷۷.
- حسینی، ا.، حسینی، س.م.، رحمانی، ا.، آزادفر، د.، ۱۳۹۲. مقایسه خصوصیات محیط‌های رقابتی توده‌های سالم بلوط ایرانی و توده‌های متاثر از زوال بلوط در استان ایلام، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۱ (۴): ۶۰۶-۶۱۶.
- حمزه‌پور، م.، کیادلیری، ه.، بردبار، ی.ک.، ۱۳۸۹. بررسی مقدماتی خشکیدگی بلوط ایرانی در دشت برم کازرون، استان فارس، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۹ (۲): ۳۵۲-۳۶۳.
- خوش‌اخلاق، ف.، غریبی، ا.، شفیعی، ذ.،۱۳۹۰. نگرشی بر تغییرات حداقل‌های مطلق دما در پهنه ایران زمین. مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۴۲ (۲): ۱۹۹-۲۱۶.
- دولتشاهی، آ.، ۱۳۹۳. برآورد میزان حساسیت تبخیرتعرق مرجع نسبت به تغییر اقلیم در ناحیه رویشی زاگرس شمالی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل دانشگاه تهران، ۱۰۸ ص.
- ذاکری انارکی، س؛ فلاح شمسی، ر.، ۱۳۹۲. بررسی امکان تهیه نقشه خشکیدگی تک درختان بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای Rapideye و Aster-L1B، مجله جنگل ایران، ۵ (۴): ۴۴۳-۴۵۶.
- رستمی، .ف.، عطارد، پ.، صادقی، .س.س.م.، کاوالری، م.، زاهدی امیری، ق.، ۱۳۹۲. روند تغییرات عوامل اقلیمی و تبخیرتعرق مرجع در ناحیه رویشی زاگرس جنوبی، نخستین همایش ملی مخاطرات محیط زیست زاگرس، خرم آباد، ۱۰ ص.
- شیرغلامی، ه.، قهرمان، ب.، ۱۳۸۴. بررسی روند تغییرات دمای متوسط سالانه در ایران، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۹ (۱): ۹-۲۴.
- صادقی، س.م.م.، ۱۳۹۳. ارزیابی مدل Sparse Gash در برآورد باران‌ربایی توده‌های دست‌کاشت کاج تهران و سرو نقره‌ای در اقلیم نیمه‌خشک ایران (مطالعه موردی: پارک جنگلی چیتگر)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۲۲ ص.
- عطارد، پ.، صادقی، س.م.م.، فتحی زاده، ا.، مطهری، م.ا.، راهبری سی‌سخت، س.، احمدی، م.ت.، بایرام‌زاده، و.، ۱۳۹۲. مقایسه روش‌های دمایی و تشعشعی برآورد تبخیرتعرق مرجع با روش استاندارد FAO Penman-Monteith در گرگان. جنگل و فرآورده‌های چوب (پذیرفته شده).
- عطارد، پ.، صادقی، س.م.م.، دولتشاهی، آ.، رستمی، ف.، زاهدی‌امیری، ق.، ۱۳۹۲. بررسی عوامل اقلیمی زاگرس، نخستین همایش ملی مخاطرات محیط زیست زاگرس، خرم آباد، ۳۰ ص.
- علیجانی، ب.، محمودی، پ.، سلیقه، م.، ریگی چاهی، ا.ب.، ۱۳۹۰. بررسی تغییرات کمینه‌ها و بیشینه‌های سالانه دما در ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۱۰۲ (۳): ۱۰۱-۱۲۲.

www.SID.ir

Archive of SID

- فتاحی، م.، انصاری، ن.، عباسی، ح.ر.، خان حسنی، م.، ۱۳۷۹. مدیریت جنگل‌های زاگرس جلد ۱، ناشر موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ۴۷۴ ص.
- قهرمان، ن.، قره‌خانی، ا.، ۱۳۸۹. بررسی روند تغییرات زمانی سرعت باد در گستره اقلیمی ایران. مجله آبیاری و زهکشی ایران، ۱ (۴): ۳۱-۴۳.
- کوچک‌زاده، م.، نیکبخت، ج.، ۱۳۸۳. مقایسه روش‌های مختلف برآورد تبخیر-تعرق مرجع در اقلیم‌های مختلف ایران با روش استاندارد فائو-پنمن-مانتیث. مجله علوم کشاورزی، ۱۰ (۳): ۴۳-۵۷.
- کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م .، کمالی، غ.، ۱۳۸۶. مطالعه شاخص‌های هواشناسی ایران در شرایط تغییر اقلیم. پژوهش‌های زراعی ایران، ۵ (۱): ۱۳۳-۱۴۲.
- مروی مهاجر، م.ر.، ۱۳۹۰. جنگل‌شناسی و پرورش جنگل. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم، ۴۱۷ ص.
- مساح‌بوانی، ع.ر.، مرید، س.، ۱۳۸۴. اثرات تغییر اقلیم بر جریان رودخانه زاینده‌رود اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۹ (۴): ۱۷-۲۸.
- موسوی بایگی، م.، عرفانیان، م.، سرمد، م.، ۱۳۸۸. استفاده از حداقل داده‌های هواشناسی برای برآورد تبخیر و تعرق گیاه مرجع ارایه ضرایب اصلاحی (مطالعه موردی: استان خراسان رضوی). مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۳ (۱): ۹۱-۹۹.
- مهدوی، ع.، میرزایی، ج.، کرمی، ا.، ۱۳۹۳. وضعیت درختان خشکیده در جنگل‌های زاگرس (مطالعه موردی: جنگل‌های منطقه بیوره استان اسلام)، نشریه توسعه پایدار جنگل ۴ (۱): ۳۲۹-۳۴۰.
- نادی، م.، جامعی، م.، بذرافشان، ج.، جنت رستمی، س.، ۱۳۹۱. ارزیابی روش‌های مختلف درون‌یابی داده‌های بارندگی ماهانه و سالانه (مطالعه موردی: استان خوزستان). پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۴۴ (۴): ۱۱۷-۱۳۰.
- Ali, M.H., Adam, A.K., Rahman, M.M. and Islam, R., 2009. Sensitivity of Penman–Monteith estimates of reference evapotranspiration to errors in input climatic data. Journal of Agrometeorology, 11(1): 1–8.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration. FAO Irrigation and Drainage Paper, Rome, Italia, 300 pp.
- Attarod, P., Kheirkhah, F., Khalighi Sigaroodi, S. and Sadeghi, S.M.M., 2015. Sensitivity of reference evapotranspiration to global warming in the Caspian region, North of Iran. Journal of Agricultural Science and Technology, 17: 869-883.
- Baltas, E., 2007. Spatial distribution of climatic indices in northern Greece. Meteorological Applications, 14: 69–78.
- Brasier, C.M. and Scott, J., 1994. European oak declines and global warming: A theoretical assessment with special reference to the activity of *Phytophthora cinnamomi*. Bull OEPP, 24: 221-232.
- Brohan, P., Kennedy, J.J., Harris, I., Tett, S.F.B. and Jones, P.D., 2006. Uncertainty estimates in regional and Global observed temperature changes: A new dataset from 1850. Journal of Geophysical Research, doi/10.1029/2005JD006548/full.
- Cressies, N., 1991. Statistics for spatial data, John Wiley and Sons, New York, USA, 928 pp.
- Cutfruth, H.W., McConkey, B.G., Woodvine, R.J., Smith, D.G., Jefferson, P.G. and Akinremi, O.O., 1999. Climate change in the semiarid prairie of southwestern Saskatchewan: Late winter –early spring. Canadian Journal of Plant Science, 79: 343–350.
- Djamali, M., De Beaulieu, J.L., Miller, N.F., Andrieu-Ponel, V., Ponel, P., Lak, R., Sadeddin, N., Akhani, H. and Fazeli, H., 2009. Vegetation history of the SE section of the Zagros Mountains during the last five millennia; a pollen record from the Maharlou Lake, Fars province, Iran. Vegetation History and Archaeobotany, 18: 123–136.
- DJavanshir, K., 1980. Classification of Oak in the World. Publications of the Department of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Islamic Republic of Iran, Iran, 50 pp.
- Espadafor, M., Lorite, I.J., Gavilan, P. and Berengena, J., 2011. An analysis of the tendency of reference evapotranspiration estimates and other climate variables during last 45 years in Southern Spain, Agricultural Water Management, 98: 1045-1061.
- Garrett, K.A, Dendy, S.P., Frank, E.E., Rouse, M.N. and Travers, S.E., 2006. Climate change effects on plant disease: Genomes to Ecosystems. Annual Review of Phytopathology, 44: 489-509.
- Goyal, R.K., 2004. Sensitivity of evapotranspiration to global warming: a case study of arid zone of Rajasthan (India), Agricultural Water Management, 69: 1-11.
- Jhajharia, D., Shrivastava, S.K., Sarkar, D. and Sarkar, S., 2009. Temporal characteristics of

www.SID.ir

Archive of SID

oleaster Hoffm. & Link, *Pistacia lentiscus* and *Quercus coccifera* L.) plant species to drought in the east Mediterranean ecosystem. Journal of Environmental Biology, 31(1-2): 233-245.

- Rivest, M. and Marcotte, D., 2012. Kriging groundwater solute concentrations using flow coordinates and nonstationary covariance functions. Journal of Hydrology, 472-473: 238-253.
- Thomas, F.M., Blank, R. and Hartmann, G., 2002. Abiotic and biotic causes and their interaction as causes of oak decline in Central Europe. Forest Pathology, 32: 277-307.
- Van Mantgem, P.J., Stephenson, N.L., Byrne, J.C., Daniels, L.D., Franklin, J.F., Fulé, P.Z., Harmon, M.E., Larson, A.J., Smith, J.M., Taylor, A.H. and Veblen, T.T., 2009. Widespread increase of tree mortality rates in the western United States. Science, 5913(323): 521-524.
- Voltz, M. and Gulard, M., 1994. Spatial interpolation of soil moisture retention curves. Geoderma, 62: 109-123.
- Wargo, P.M., 1996. Consequences of environmental stress on oak: predisposition to pathogens pathogens. Annals of Forest Science, 53: 359-368.

pan evaporation trends under the humid conditions of northeast India. Agricultural and Forest Meteorology, 149: 763–777.

- IPCC., 2013. Climate Change 2013: the physical science basis. IPCC, Geneva. http://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar5/wg1/WG1AR5_ALL_FINAL.pdf.
- Jeffrey, S.J., Carter, J.O., Moodie, K.B. and Beswick, A.R., 2001. Using spatial interpolation to construct a comprehensive archive of Australian climate data. Environmental Modelling and Software, 16: 309-333.
- Kotroczóa, Z., Veres, Z., Fekete, I., Papp, M. and Toth, J.A., 2012. Effects of Climate Change on Litter Production in a *Quercetum petraeae-cerris* Forest in Hungary. Acta Silvatica & Lingaria Hungarica, 8(1): 31-38.
- Mahmood, R., 1997. Impacts of air temperature variations on the boro rice phenology in Bangladesh: implications for irrigation requirements. Agricultural and Forest Meteorology, 84(3-4): 233–247.
- Moore, B. and Allard, G., 2008. Climate Change Impacts on Forest Health, F.A.O: Working Paper FBS/34E.
- Ozturk, M., Dogan, Y., Sakcali, M.S., Doulis, A. and Karam, F., 2010. Ecophysiological responses of some maquis (*Ceratonia siliqua* L., *Olea*

www.SID.ir