



## الگوی رفتاری دمای سطوح مختلف در بیابان لوت

دکتر سید کاظم علوی پناه<sup>1</sup> - دانشیار گروه کارتوگرافی دانشگاه تهران  
علی اکبر شمسی پور<sup>2</sup> - دانشجوی دوره دکتری اقلیم شناسی دانشگاه تهران  
دکتر منصور جعفریگلو<sup>3</sup> - هیئت علمی گروه کارتوگرافی دانشگاه تهران

### چکیده

بیابان لوت در منطقه حاکمیت پرفشار دینامیکی جنب حاره و محدوده مرکزی فلات ایران در داخل رشته کوه‌های مرتفع زاگرس و البرز قرار دارد. به دلیل موقعیت مذکور بیابان لوت به منابع رطوبتی و جریانهای بارانزا دسترسی کمتری دارد. این بیابان به علت ارتفاع کم، رطوبت نسبی پایین، میزان بالای تابش خورشید و روزهای آفتابی از گرمترین و خشک‌ترین بیابانهای ایران و نمونه مشخصی از بیابانهای جهان است. سطوح مختلف خاکی در مناطق خشک به دلیل فقر پوشش گیاهی، خشکی سطح، تابش شدید آفتاب و کمبود رطوبت نسبی شرایط مناسبی جهت مطالعه دقیقتر ویژگیهای حرارتی و ترمودینامیکی فراهم می‌کنند. انواع سنگها و کانی‌ها در برابر تابش امواج الکترومغناطیس خورشید رفتار متفاوتی ارائه میدهند که اختلاف در میزان جذب، انعکاس و پخش آنها میتواند برای شناسایی و تشخیص ویژگی حرارتی آنها مورد استفاده قرار گیرد. در این تحقیق بمنظور تعیین روابط همبستگی و بدست آوردن مدلهای بهینه و مناسب بین دمای پدیده‌های مختلف با تاکید بر شرایط فیزیکی و حرارتی و جنس آنها در بیابان لوت از داده‌های زمینی استفاده گردید، این داده‌ها از طریق اندازه‌گیری دمای تر و خشک هوا و دمای عمق ۱۰ سانتی متری خاک بوسیله دماسنج و نیز اندازه‌گیری دمای سطح خاک شور، مارن، ماسه تیره و معمولی در یک دوره ۱۵ روزه و به فواصل زمانی ۲ ساعته در حاشیه کلوتهای لوت برداشت شد و سپس در محیط Excel با روشهای تعیین همبستگی و تحلیل رگرسیونی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج حاصل از آزمون همبستگی بین دمای سطوح مختلف گویای همبستگی‌های بالا در ساعت ابتدائی روز (۶ صبح) و در ساعات انتهائی روز (۱۸ و ۲۰ شب) و حداقل همبستگی در ساعات میانی روز (۱۰ صبح الی ۱۶ بعد از ظهر) است. دمای عمق ۱۰ سانتی متری خاک بیشترین و دمای خشک کمترین همبستگی را با بقیه سطوح مورد مطالعه دارند. غالب همبستگیها (مانند همبستگی بین دمای ماسه روشن و دمای مارن در ساعت ۲۰ شب و ۱۸ عصر) با رگرسیون خطی و مواردی با مدل غیر خطی (مانند همبستگی بین دمای عمق ۱۰ سانتیمتری خاک و دمای مارن در ساعت ۱۸ برآزش خوبی دارند، بر اساس نتایج حاصل، سطوح مختلف در برابر تابش الکترومغناطیسی خورشید الگوهای رفتاری مختلفی نشان می‌دهند و با نبود تابش در انتهای روز سطوح مورد مطالعه به دمای متعادل و هماهنگ می‌رسند.

**واژه‌های کلیدی:** دما، رگرسیون، همبستگی، بیابان لوت، روند، خصوصیات حرارتی، پلی‌نامیال

<sup>1</sup> - salavipa@ut.ac.ir

<sup>2</sup> - akbar\_shamsipour@yahoo.com

<sup>3</sup> - mjbigo@ut.ac.com

بیابان لوت با وسعتی حدود ۸۰۰۰۰ کیلومتر مربع در جنوب شرق ایران در محدوده ۲۱' - ۲۸° تا ۳۲° عرض شمالی و ۵۵' - ۵۵° تا ۳۰' - ۵۷° طول شرقی قرار گرفته است. این منطقه به دلیل شرایط خاص جغرافیایی یعنی عدم دسترسی به منابع رطوبتی، فرونشینی دائمی هوا در سطوح بالایی جو، صافی هوا و بالا بودن مقدار تابش خورشیدی سبب حاکمیت شرایط حاد اقلیم گرم و خشک شده است. بیابان لوت با شرایط حاد آب و هوایی و ویژگیهای پیکر شناسی و زمین شناختی از مناطق مهم و قابل توجهی است که لزوم انجام مطالعات محیطی از جنبه های مختلف را می طلبد ولی به دلیل شرایط سخت حاکم بر آن هنوز اطلاعات زیادی پیرامون شرایط محیطی از جمله ویژگیهای دمایی سطوح پدیده ها و رخساره های آن در دست نیست. به دلیل کمبود رطوبت نسبی و تمرکز گرما در بالاترین قشر ماسه های بیابانی، دمای روزانه سطح زمین در بیابانها بالا میرود (کاوایانی، ۱۳۸۰). در مطالعه روند روزانه دمایی سطوح مختلف بیابانی که کمتر تحت تاثیر شرایط رطوبتی و بیولوژیکی قرار دارند، خصوصیات فیزیکی و حرارتی سطوح (هدایت گرمایی، ظرفیت حرارتی، گرمای ویژه و پخشیدگی حرارتی) آنها حائز اهمیت بوده و می تواند وضعیت الگوهای رفتاری دما را بهتر نشان دهد. اصلی ترین عامل ایجاد دما، انرژی حاصل از جذب امواج الکترومغناطیسی خورشید در سطح عوارض زمین است و عوامل دیگر موثر بر دمای سطح ناشی از خصوصیات حرارتی و فیزیکی پدیده و شرایط کلی جوی حاکم است (علیجانی و کاویانی، ۱۳۷۱). سطوح امواج الکترومغناطیسی خورشید را جذب، انعکاس، عبور و یا گسیل می دهند (جاهدی و فرخی، ۱۳۷۵). بنابراین در خصوصیات دمایی سطوح مختلف خاکی و سنگی برابری فرایندهای فوق مؤثر می باشند.

دما و الگوهای رفتاری آن در سیستمهای بیولوژیکی (رشد و نمو گیاه، جانوران)، فیزیکی (تخریب و فرسایش) و شیمیایی همراه با رطوبت (کریوکلاستی، تبخیر و تعرق) بویژه در شرایط جوی خشک بسیار مهم است، بطوریکه بایستی در هر مطالعه مرتبط با علوم زمین مدنظر باشد (نورمن و همکاران، ۱۹۹۵). پس هر چه منطقه ای از خشکی حادثتری برخوردار باشد، خصوصیات فیزیکی و حرارتی اجسام نمود بیشتری در دمای آن پیدا می کند. اگر چه خاک مناطق خشک به دلایلی از جمله فقر پوشش گیاهی، خشکی خاک سطحی، تابش آفتاب و غیره محیط ایده الی برای مطالعه خصوصیات

حرارتی سطوح است ، ولی خاک پدیده ای پیچیده است که تفاوت در رنگ ، پوسته ها و جنس کانی ها در الگوهای دمایی آن مؤثر می باشند ( علوی پناه ، ۱۳۸۲ ) .

دمای خاک بسته به ساعات روز ، ماه ، فصل و سال تغییرات دوره ای نشان می دهد و این تغییرات از یک رابطه سینوسی پیروی می کند ( بای بوردی ، ۱۳۷۲ ) . روند زمانی دمای خاک نسبت به سایر عناصر اقلیمی بسیار منظم تر است و تغییرات دمای نزدیک سطح زمین با دمای سطح آن هماهنگ است . در مطالعه دمای سطوح خاکی خصوصیات حرارتی همچون هدایت گرمایی<sup>۱</sup> ، گرمای ویژه ( گرمای ویژه کانی های خاک در حالت خشک حدود ۰/۲ کالری است ) ، پخشیدگی حرارتی ( نرخ گرم شدن جسم در اثر وجود شیب حرارتی ) بسیار مهم است و در واقع مبین تغییرات گرما با زمان است ( کاویانی ، ۱۳۸۰ ) . بی خاصیتی حرارتی نیز از خصوصیات فیزیکی و حرارتی اجسام می باشد و به واکنش حرارتی یک ماده به تغییرات دمای محیط گفته می شود . معمولا سنگها و کانی ها در مقایسه با سطوح آبی و پوشش گیاهی از گرمای ویژه و هدایت گرمایی پایین و از نوسانات دمایی بالای روزانه برخوردارند . در داخل سطوح خاکی و سنگی انتقال گرما با انتشار هدایت کنترل می شود . خاکهای با انتشار حرارتی زیاد نسبت به خاکهای با انتشار حرارتی<sup>۲</sup> پایین از رژیم حرارتی متعادلتری برخوردارند . در خاکهای با قابلیت هدایت گرمایی ضعیف عمق تغییرات دمای روزانه کمتر است و دال بر این است که شار همگرایی<sup>۳</sup> ، گرمای محسوس<sup>۴</sup> را در یک لایه نازک سطح زمین محو می کند ( کاویانی ، ۱۳۸۰ ) . مطالعه خصوصیات دمایی بازالت ( پیل ، ۱۹۷۴ ) نشان داد که بازالت با وجود هدایت گرمایی بالا ، از بالاترین دامنه نوسان دمایی در مقایسه با ماسه سنگ برخوردار است . در مطالعه ویژگیهای دمایی گرانیته در بیابانهای جنوب مراکش ( کر و همکاران ، ۱۹۸۴ ) نتیجه می گیرند که دمای سطح گرانیته نسبت به عمق ۶ سانتی متری آن حدود ۲ درجه در حداکثر دمای روزانه بیشتر بوده و دمای حداکثر سطح در ۱۴ عصر ولی در عمق ۶ سانتی متری در ۱۲ ظهر رخ می دهد . اسمیت (۱۹۷۷) خصوصیات حرارتی و فیزیکی سنگ آهک در تونس و سیر روزانه دمای سنگ آهک را در اعماق مختلف مورد توجه

---

<sup>۱</sup> - Thermal conductivity

<sup>۲</sup> - Thermal diffus

<sup>۳</sup> - Convergence flux

<sup>۴</sup> - Sensitive heat

قرار داد و چنین نتیجه گرفت که بالاترین تفاوت دمایی در سیر روزانه دما در ساعات میانی روز بوده و در ساعات اولیه صبح تعادل حرارتی و نزدیکی دما وجود دارد ( فریدمن، ۱۹۸۰ ).

کاویانی ( ۱۳۸۰ ) مباحث ریز اقلیم<sup>۱</sup> را در ارتباط با ویژگیهای حرارتی سطوح و پدیده های مختلف زمین و هوای مجاور مطالعه نمود. علوی پناه و همکاران دمای پدیده های سطحی حاشیه یاردانگهای بیابان لوت را با استفاده از داده های ماهواره ای را بررسی و در مجموع به یک روند افزایش از تغییر تشعشعات حرارتی از شمال غرب به جنوب شرقی بیابان لوت دست یافتند ( علوی پناه ، ۱۳۸۱ ) .

## روش ها و مواد

۱- برای مطالعه تغییرات دمای منطقه از تاریخ ۸۰/۶/۱۳ تا ۸۰/۶/۲۷ دمای سطحی سطوح مارن ، ماسه تیره ، ماسه روشن ، سطح خاک شور ، عمق ۱۰ سانتی متری خاک و عوامل فیزیکی هواشناسی از قبیل دمای خشک و تر به مدت ۱۵ روز به فواصل ۲ ساعت از ۶ صبح الی ۲۰ شب اندازه گیری شد .

۲- داده های خام بدست آمده در محیط نرم افزار آماری Excel وارد شد و محاسبات آماری و مدل‌های مناسب برازش گردید.

۳- با استفاده از مدل‌های آماری ، محاسبات ضریب همبستگی ، مدل‌های برازش شده ، خط روند و رگرسیون مورد آزمون قرار گرفت و گراف پدیده هایی که دارای ضریب همبستگی بالای دمایی بودند مورد بررسی قرار گرفت .

۴- مدل رگرسیون جهت مشخص نمودن نوع روند دامنه نوسان دمایی روزانه مورد آزمون قرار گرفت و در نتیجه مدل رگرسیون پلی نامیال و خطی با برازش خوب انتخاب شدند .

رگرسیون پلی نامیال<sup>۲</sup> گویای وجود موج نوسان دمایی در روند روزانه یا دوره خاص است و طبقه خط روند از تعداد موج تعیین می شود .

$$Y = b + c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_6x_6$$

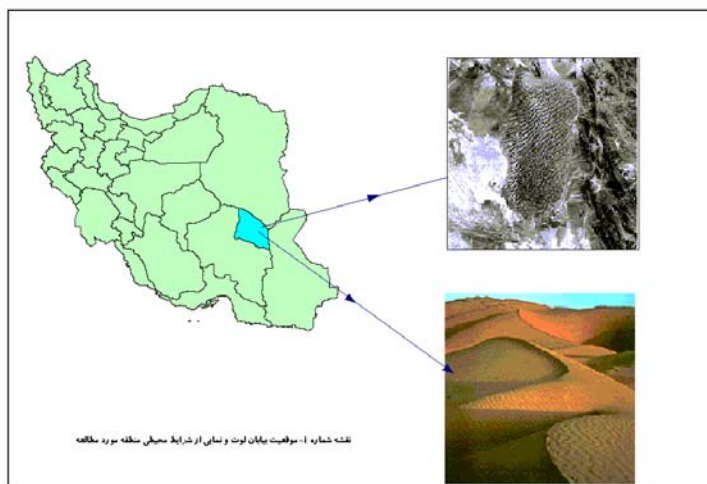
$B, c$  = ضرایب ثابت       $x$ : متغیر مستقل

رگرسیون خطی نشان دهنده افزایش یا کاهش عنصری با روند یکنواخت است .

<sup>۱</sup> -Microclima

<sup>۲</sup> - polynomial regressive

۵- روند دمای هوای خشک به دلیل اندازه گیری راحت و وجود آمار طولانی و فراگیر آن و نیز ضریب همبستگی مناسبی که با پدیده های دیگر مورد مطالعه دارد ، به عنوان متغییر ثابت و دیگر سطوح مورد مطالعه به عنوان متغییر وابسته برای تعیین روابط همبستگی و رگرسیونی انتخاب و مورد محاسبه قرار گرفتند .



## نتایج و بحث

براساس محاسبات آماری صورت گرفته بر روی داده های بدست آمده از اندازه گیری مستقیم دمای سطوح مختلف در ساعات روز نتایج زیر بدست آمد .

بالاترین دمای مطلق مربوط به مارن با  $56/2$  درجه سانتیگراد در ساعت ۱۴ روز ۱۶ ژوئن است و ساعت ۱۴ بالاترین دمای متوسط دوره را در مارن دارد . ولی میانگین بالاترین دمای دوره ۱۵ روزه مربوط به ماسه معمولی با دمای  $52/3$  درجه سانتیگراد در ساعت ۱۶ بعد از ظهر می باشد. بطور کلی بین روند دمایی مارن و ماسه تفاوتی وجود دارد بطوریکه دمای مارن قبل از ظهر تا ساعت ۱۴ ظهر بالاتر ولی بعد از ظهر دمای ماسه بیشتر از دمای مارن می باشد ، پایین ترین دمای اندازه گیری شده مربوط به دمای تر با  $11/8$  درجه در ساعت ۶ صبح ۲۴ ژوئن دوره مورد مطالعه است . میانگین پایین ترین دمای دوره ۱۵ روزه نیز در دمای تر در ساعت ۶ صبح اندازه گیری گردید ( جدول ۱ ) . سطوحی همچون ماسه روشن ، تیره و دمای خشک و تر در ساعت ۱۶ عصر ، سطح خاک و عمق ۱۰ سانتیمتری خاک در ساعت ۱۲ ظهر و مارن در ساعت ۱۴ ظهر بالاترین دمای روزانه را نشان می دهند . همچنین بر طبق جدول (۱) حداکثر شدت تغییرات مثبت دمایی در بین ساعات ۱۰ تا ۱۲ به ترتیب برای مارن ( $8/3$ ) ،

ماسه روشن و تیره (۸/۲ و ۷/۴) عمق خاک (۸/۵) و دمای خشک و تر (۳/۱ و ۱/۴) و حداکثر تغییرات دمایی سطح خاک بین ۸ تا ۱۰ صبح (۸ درجه) است. در بعد از ظهر همزمان با کاهش تابش خورشید دمای سطوح، روند کاهشی داشته بطوریکه از ساعت ۱۶ تا ۱۸ شدت آن افزایش می یابد. تفاوت دمایی ماسه روشن و تیره (۴/۱ و ۳/۴) مارن (۴/۹)، عمق خاک (۴) و دمای خشک و تر (۰/۶ و ۰/۱) و سطح خاک (۵/۴) درجه سانتیگراد است.

دامنه دمای روزانه ماسه تیره و معمولی با بالاترین میزان یعنی (۸/۶ و ۸) درجه سانتیگراد است و دامنه دمای روزانه عمق ۱۰ سانتی متری خاک با (۵/۸) و هوای تر با (۶) درجه از کمترین دما برخوردارند (جدول ۲).

متغیرها	صبح ۶	صبح ۸	صبح ۱۰	ظهر ۱۲	ظهر ۱۴	عصر ۱۶	عصر ۱۸	عصر ۲۰
ماسه	30.5	33.6	39.6	47.8	50.3	52.3	48.2	45.8
ماسه تیره	30.2	33.5	40.5	47.9	50.1	50.8	47.4	44.6
مارن	30.6	34.5	42.6	50.9	51.9	51.8	46.9	44.3
سطح خاک	31	36.1	44.1	50.7	50.5	48.5	43.9	41.6
هوای تر	15.3	15.7	17.1	18.5	19.2	19.4	19.3	18.5
عمق ۱۰ cm	32.3	36.1	43.5	52.0	50.7	48.1	44.1	41.5
هوای خشک	30.3	32.3	35.2	38.3	40.0	41.4	40.8	40.0

پدیده ها	ماسه روشن	ماسه تیره	عمق ۱۰ سانتیمتری	مارن	سطح خاک	هوای خشک	هوای تر
میانگین دامنه دمای روزانه	۸	۸,۶	۵,۸	۶,۲	۶,۲	۶,۶	۶
بالاترین دامنه دمای روزانه	۱۰,۸	۱۴	۱۰,۴	۱۱,۶	۹,۴	۹,۶	۹,۶
ساعت	۱۲	۱۴	۱۴	۱۰	۱۴	۲۰	۱۰
پایین ترین دامنه دمای روزانه	۵,۸	۵,۶	۶	۶	۵,۲	۶,۲	۳,۶
ساعت	۸	۸	۱۶	۱۶	۱۲	۱۶	۲۰

اصولا تغییرات دمای سطحی در منطقه بیابانی در طول روز بالاست و بالاترین دامنه دمای روزانه در ساعات نیمروزی بویژه در سطوح خاکی و سنگی می باشد. ولی پایین ترین دامنه تغییرات دمایی در اول صبح و ساعات ۴ بعد از ظهر است (جدول ۲). با محاسبه ضریب همبستگی دمای میانگین روزانه سطوح مختلف (جدول ۳) بالاترین همبستگی بین ماسه معمولی و ماسه تیره با ۰/۹۴۳ و دمای عمق ۱۰

سانتی متری با سطح خاک ۰/۹۵۸ بدست آمد و پایین ترین ضریب همبستگی بین هوای تر و سطح خاک با ضریب همبستگی ۰/۶۷ و هوای تر و خشک با ضریب همبستگی ۰/۷۵۷ است .

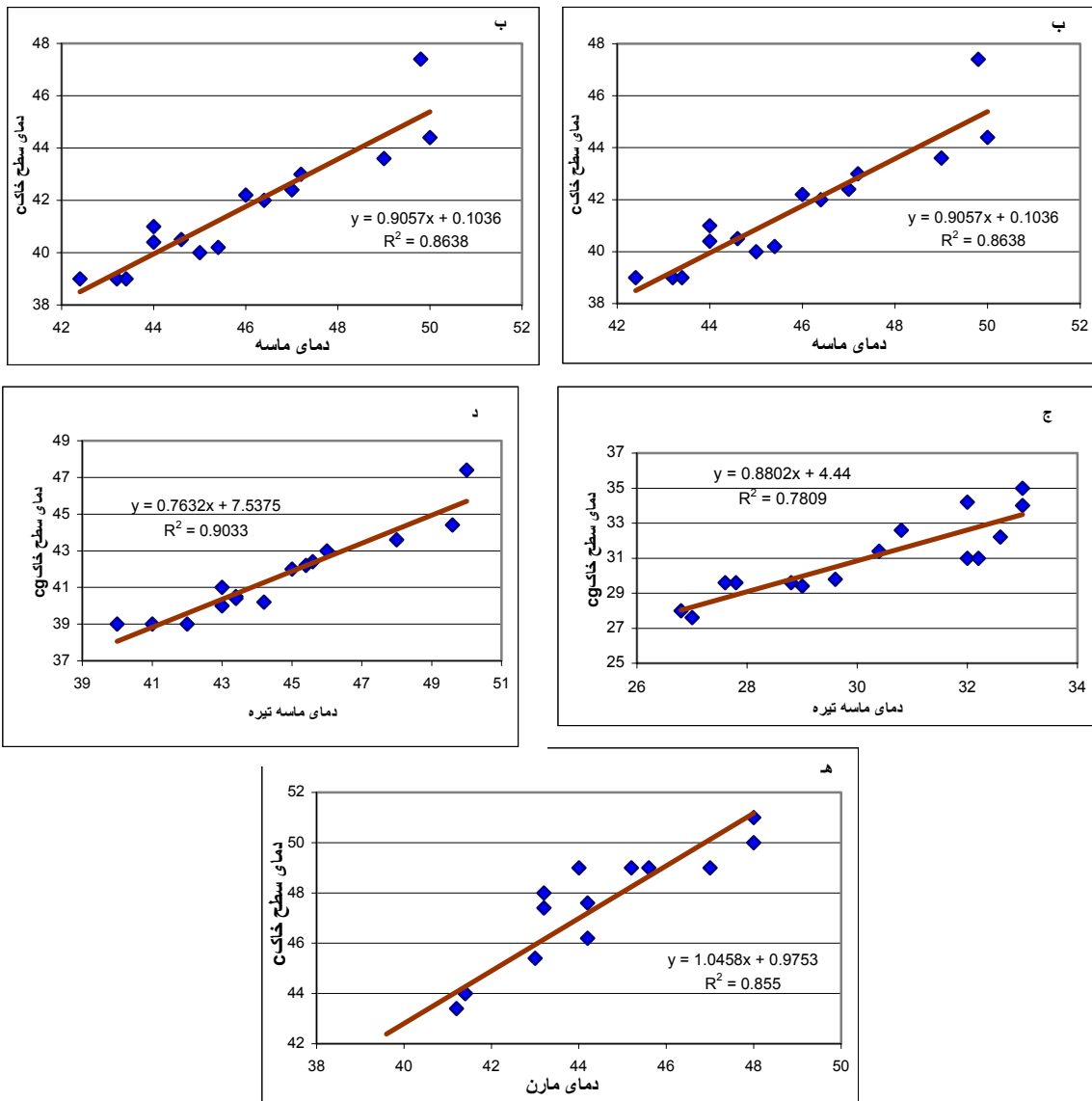
جدول ۳- ضریب همبستگی بین میانگین دمای روزانه سطوح مختلف در بیابان لوت

هوای خشک	عمق ۱۰ سانتیمتری	ماسه روشن	ماسه تیره	مارن	سطح خاک شور
---	---	---	---	---	سطح خاک شور
---	---	---	---	۱	۰/۸۴۶
---	---	---	۱	۰/۸۹۷	۰/۸۱۲
---	---	۱	۰/۹۴۳	۰/۹۳۷	۰/۸۹۱
---	۱	۰/۹۲۲	۰/۸۷۴	۰/۹۲۸	۰/۹۵۸
۱	۰/۸۵۸	۰/۹۰۶	۰/۸۵۸	۰/۸۴۶	۰/۸۵۵
۰/۷۵۷	۰/۸۱۳	۰/۷۹۸	۰/۸۰۳	۰/۸۴۸	۰/۶۷

جدول ۴- ضریب همبستگی و توابع توانی (درجه دوم) و خطی دمای هوای خشک متغیر مستقل (X) و سطوح دیگر متغیر وابسته (Y)

مدلها	$R_2$	تابع خطی $Y = aX \pm b$	$R_2$	تابع توانی $Y = aX^b$
سطح خاک شور	.81	$Y=1.3413x - 6.7316$	.8419	$Y = 0.502X^{1.2302}$
مارن	.913	$Y=1.7416x - 20.769$	.9305	$Y = 0.1589X^{1.5532}$
ماسه تیره	.962	$Y=1.7652x - 22.708$	.9693	$Y = 0.1323X^{1.5974}$
ماسه روشن	.975	$Y=1.863x - 25.976$	.9807	$Y = 0.107X^{1.6583}$
عمق ۱۰ سانتیمتری	.786	$Y=1.2853x-4.3986$	.8251	$Y = 0.654X^{1.1588}$

با آزمون انواع مدلها ، بهترین مدل بین سطوحی که بالاترین همبستگی را داشتند ، انتخاب گردید در مجموع ۳۰ مدل رگرسیونی در ساعات مختلف روز بین پدیده های مورد مطالعه محاسبه گردید که اصولا همبستگی بالایی بین آنها وجود داشت رابطه بین عمق ۱۰ سانتی متری با سطح خاک شور در ساعت ۲۰ شب با ضریب همبستگی ۰/۹۴۱ ، (نمودار ۲) و رابطه بین ماسه تیره و ماسه معمولی در ساعت ۲۰ شب با ضریب همبستگی ۰/۹۳ بالاترین برآزش خطی را نشان دادند ( نمودار ۱۳) .

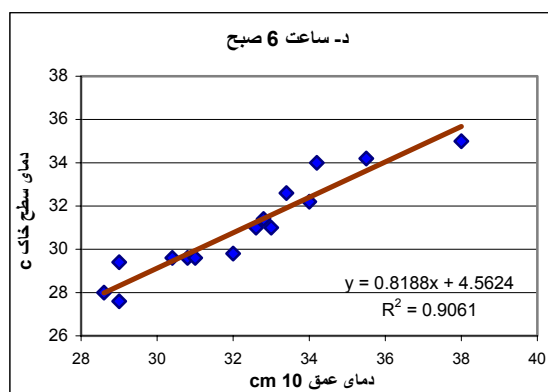
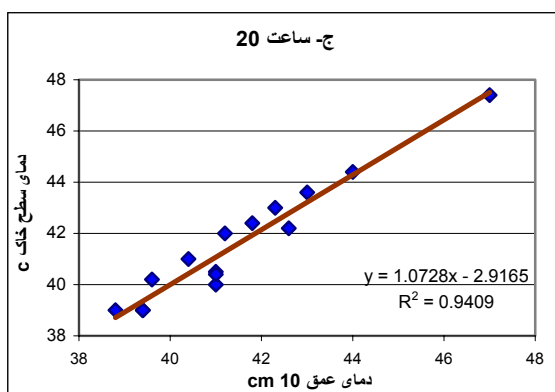
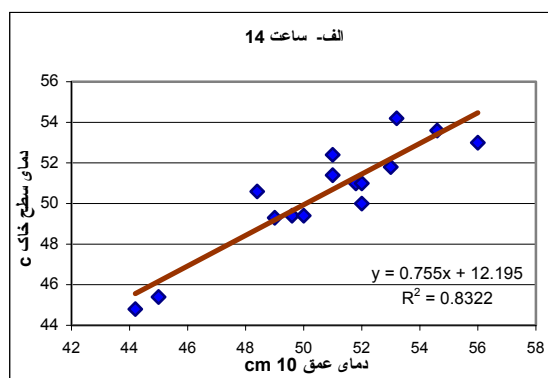
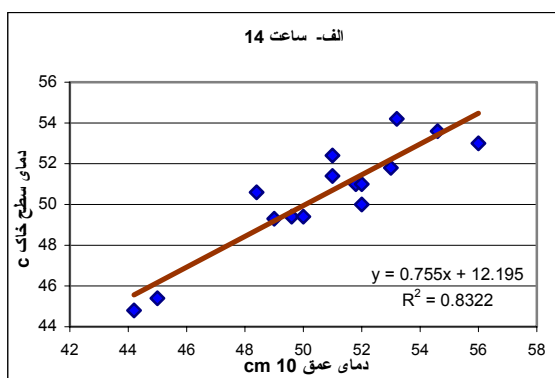


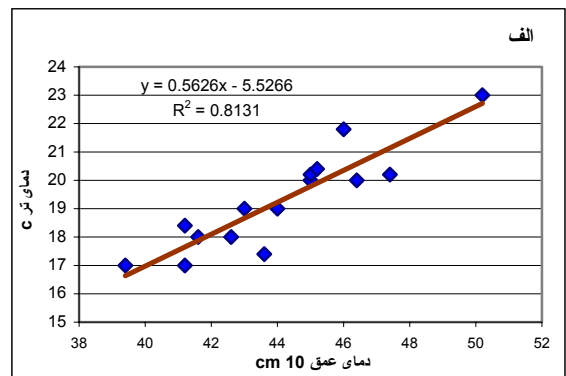
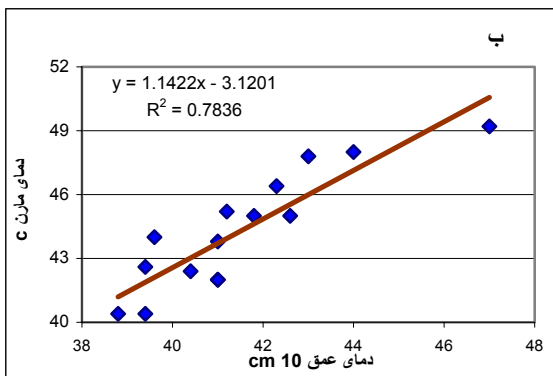
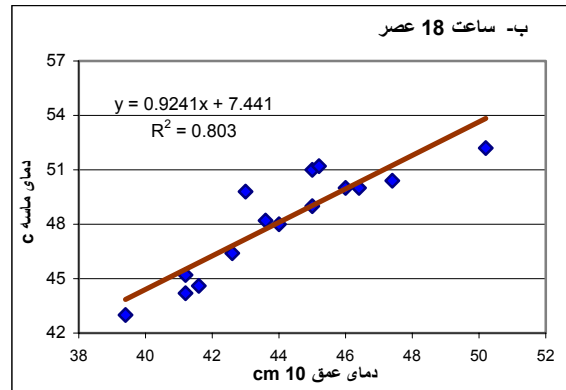
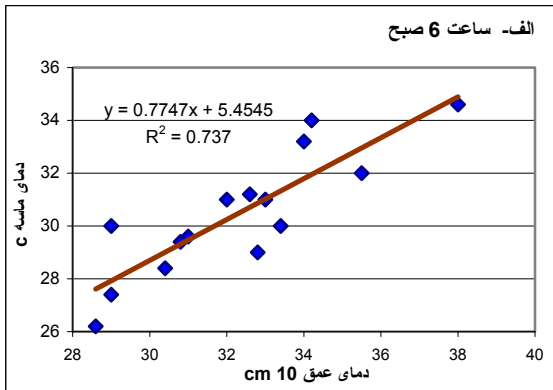
نمودار ۱- روند خطی و مدل بهینه دمای سطح خاک و ماسه روشن در ساعت ۱۸ عصر(الف) ، ۲۰ شب (ب) دمای سطح خاک و ماسه تیره در ۶ صبح (ج) و ساعت ۲۰ (د) و سطح خاک و مارن در ساعت ۱۸ (هـ).

رگرسیون غیر خطی معنا دار بین سطوح مارن و عمق ۱۰ سانتیمتری و همچنین هوای خشک ، ماسه معمولی گویای الگوی رفتاری سینوسی دما در ساعت ۱۸ و ۱۶ در مدت ۱۵ روز مورد مطالعه است (نمودارهای ۵ و ۶) ، نوسانات دمایی این سطوح با هم ارتباط منطقی دارند که با وجود ۲ طبقه ای (تنها دارای یک موج کاوا یا کوژ ۸ باشد) رگرسیون غیر خطی گویای نوسان دمای دو دوره ای در طی ۱۵ روز است بطوریکه در طول ۱۵ دارای دو روند کاهشی و روند افزایشی است ، ولی رگرسیون خطی شیب موجود بین دو متغیر را می سنجد ، که دارای کاهش یا افزایش یکنواخت است .



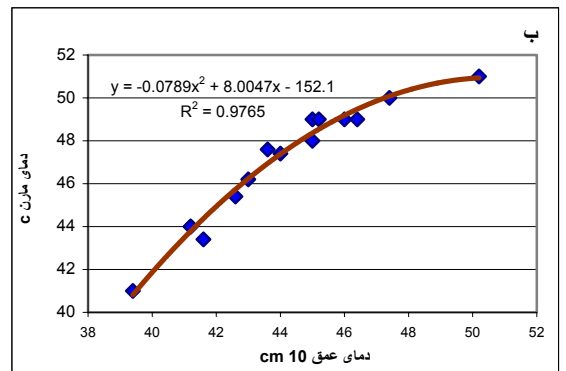
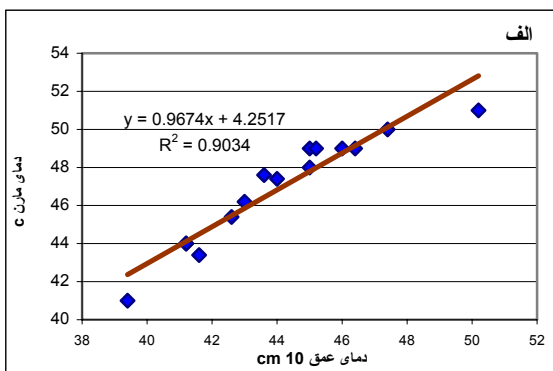
با دقت در نمودار های ( ۵ و ۶ ) خط روند بهینه دمای عمق ۱۰ cm خاک با دمای مارن و دمای عمق ۱۰ سانتیمتر خاک با دمای مارن از نوع غیر خطی است ولی کوژی نمودار ۶ با کاو نمودار ۴ (ب) گویای این مطلب است که رابطه همبستگی بین دمای عمق ۱۰ سانتیمتری و مارن در ساعت ۸ عصر با یک افزایش ساعتی ۱۲ ظهر و ۱۸ عصر اختلاف دمایی کاهش یافته ، که دلیل این امر می تواند ناشی از ورود رطوبت یا عامل متعادل حرارتی باشد .دمای همزمان در روزهای میانی همراه بوده ولی در ساعت ۱۲ ظهر با کاهش دما در روزهای میانی دوره مورد مطالعه همراه بوده است این بدان معناست که در روزهای میانی دوره مورد مطالعه بین





( )

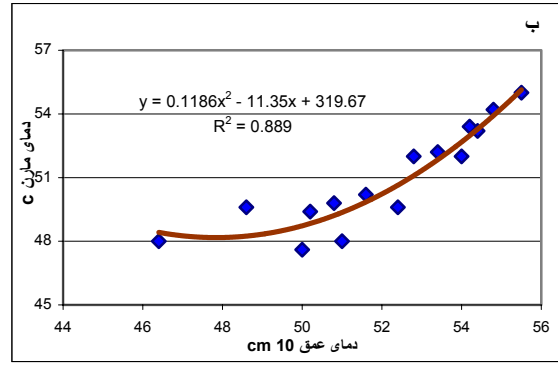
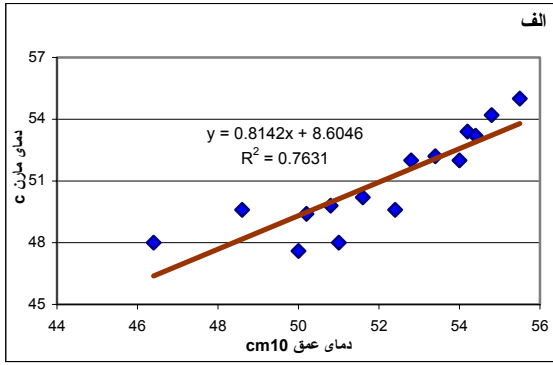
( )



( )

cm

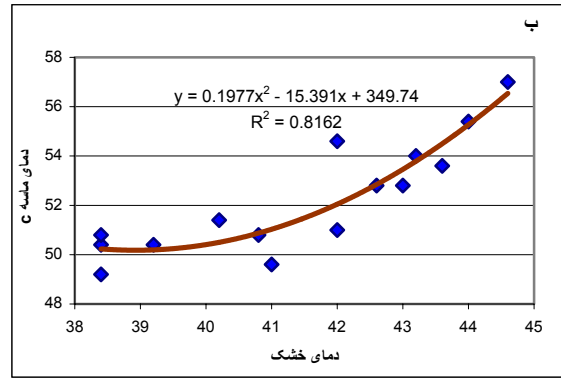
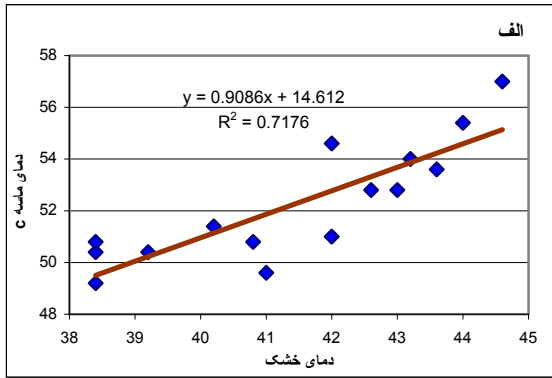
( )



) ( )

cm -

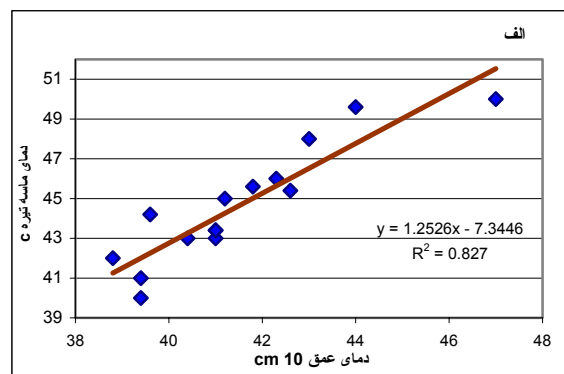
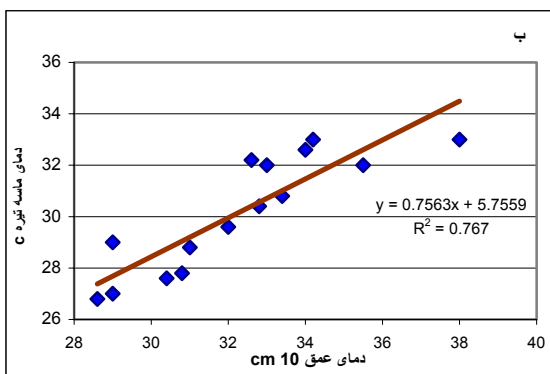
(



) ( )

-

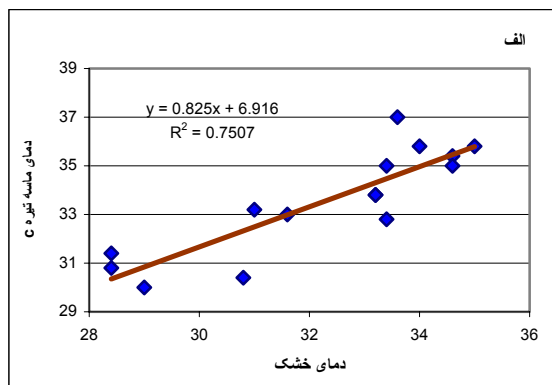
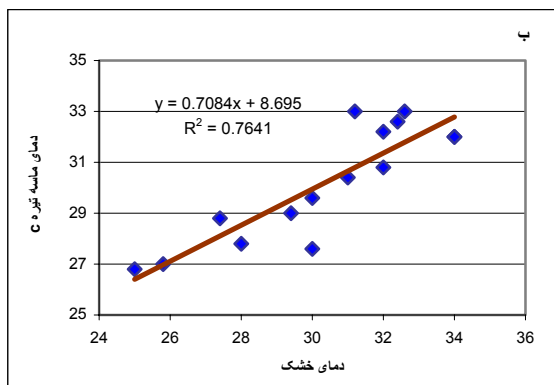
(



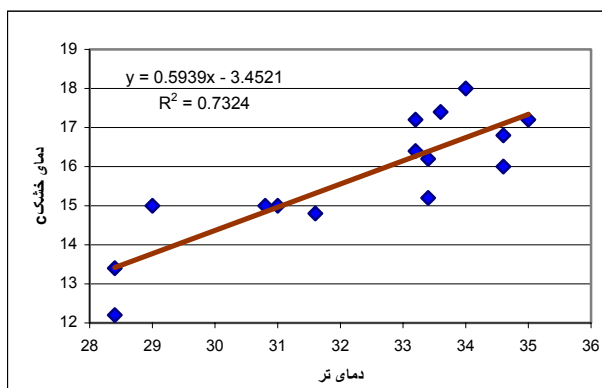
( )

-

( )



( ) ( )



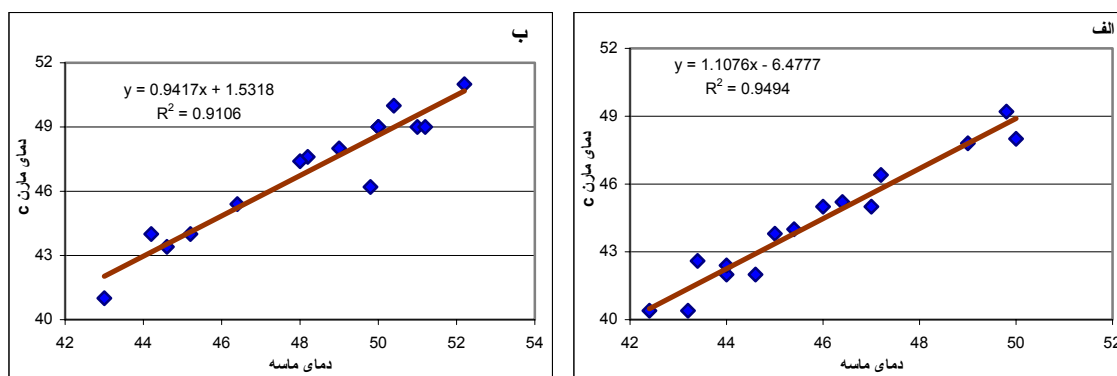
-

در بین پدیده ها دمای عمق ۱۰ سانتیمتری خاک بیشترین همبستگی را با بقیه پدیده ها مانند مارن ، ماسه معمولی و سطح خاک بویژه در ساعات ۱۸ و ۲۰ عصر نشان می دهد ( نمودار های ۱ الی ۸ ) و با دمای سطح خاک در غالب ساعات روز همبستگی خوبی دارد . نمودارهای ۲ ، ۳ و ۸ نشان می دهند که نوسانات دمایی سطح خاک با عمق ۱۰ سانتیمتری هماهنگ است و اختلاف عمق ۱۰ سانتیمتری تاثیری در الگوی رفتاری دما ندارد . بالاترین تمرکز همبستگی در ساعات ۲۰ و ۱۸ عصر بین سطوح مارن با ماسه معمولی ، تیره ، سطح خاک و عمق ۱۰ سانتیمتری است . دلیل همبستگی بالا در ساعات غروب آفتاب این است که در غروب هنگامی که سرمایش<sup>۱</sup> از تابش موج بلند زمین آغاز می شود ، روانسپته شار گرمایی محسوس منفی می شود ( کاویانی ، ۱۳۸۰ ) .

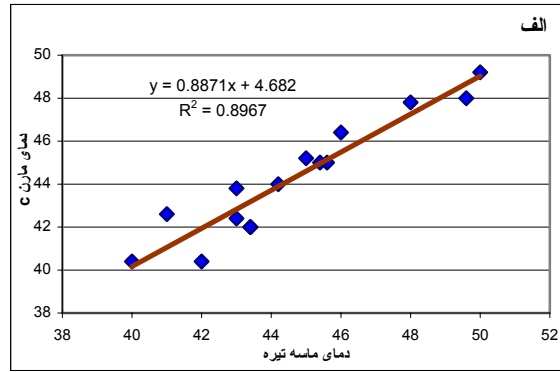
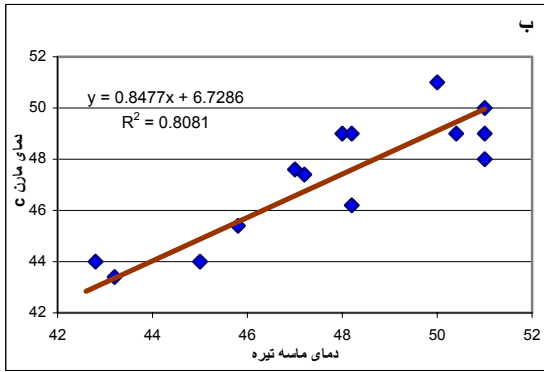
<sup>۱</sup>-cooling

سطوح خاک و سنگی بسته به ویژگیهای حرارتی ( گرمای ویژه ، ظرفیت گرمایی و پخشندگی حرارتی) همچنان که الگوهای رفتاری متفاوتی در برابر امواج الکترومغناطیسی خورشید دارند . با غروب آفتاب سطوح دارای گرمای ویژه ، ظرفیت گرمایی و انتشار حرارتی پایین ( ماسه تیره و روشن و مارن ) گرمای بالای ذخیره شده در لایه نازک سطحی را به سرعت از دست می دهند . و با سطوح دارای گرمای ویژه ظرفیت حرارتی و انتشار گرمایی بالاتر ( سطح خاک و عمق ۱۰ سانتیمتری ) که به نسبت سطوح قبلی گرم نشده اند و حرارت در لایه های عمیق تری پخش شده ، دمای یکسان و هماهنگی را نشان می دهند . ولی در ساعات اوج تابش خورشیدی ( ساعت میانی روز ) خصوصیات فیزیکی و حرارتی سطوح مهمترین عامل در همبستگی های پایین دمایی می باشد .

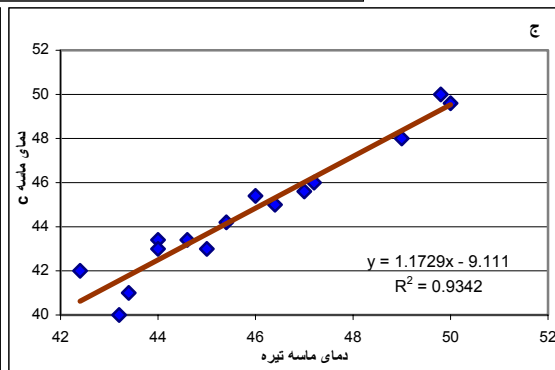
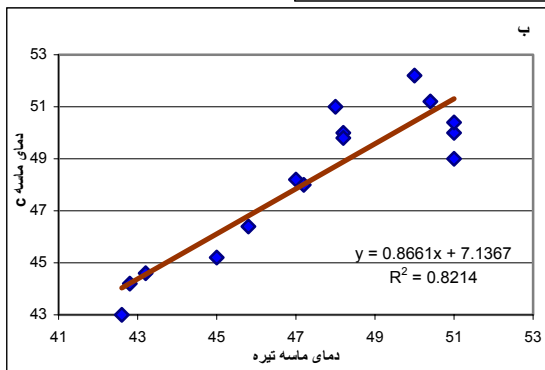
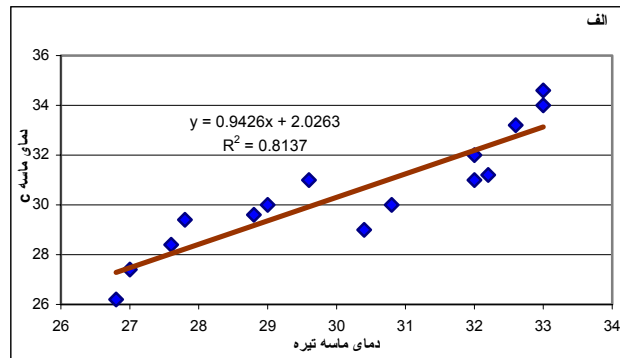
پایین ترین همبستگی دمای هوای مرطوب و هوای خشک با سطح خاک شور است به طور کلی دمای خشک و تر با بقیه سطوح زمین بواسطه ماهیت شان رابطه همبستگی ضعیفی را نشان می دهند . با دقت در نمودار ۱۰ رژیم دمای تر و خشک با بقیه سطوح کاملاً متفاوت است و شرایط حرارتی متعادلتری نسبت به سطوح زمین بیابان دارند و هماهنگی کامل با انرژی خورشیدی دارند ، ولی سطوح دشت که در اثر امواج تابش سطوح منفی می شود و باعث می شود که سطوح مزبور نسبت به هوایی که روی آن قرار دارد سردتر شود ( کاویانی ، ۱۳۸۰ )



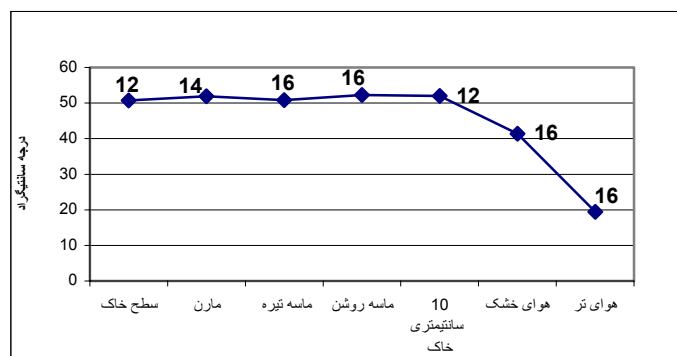
نمودار ۱۱- روند و مدل بهینه دمای ماسه روشن و دمای مارن در ساعت ۲۰ شب (الف) ۱۸ عصر (ب)



نمودار ۱۲- روند و مدل بهینه دمای ماسه تیره و دمای مازن در ساعت ۲۰ شب (الف) ۱۸ عصر (ب)

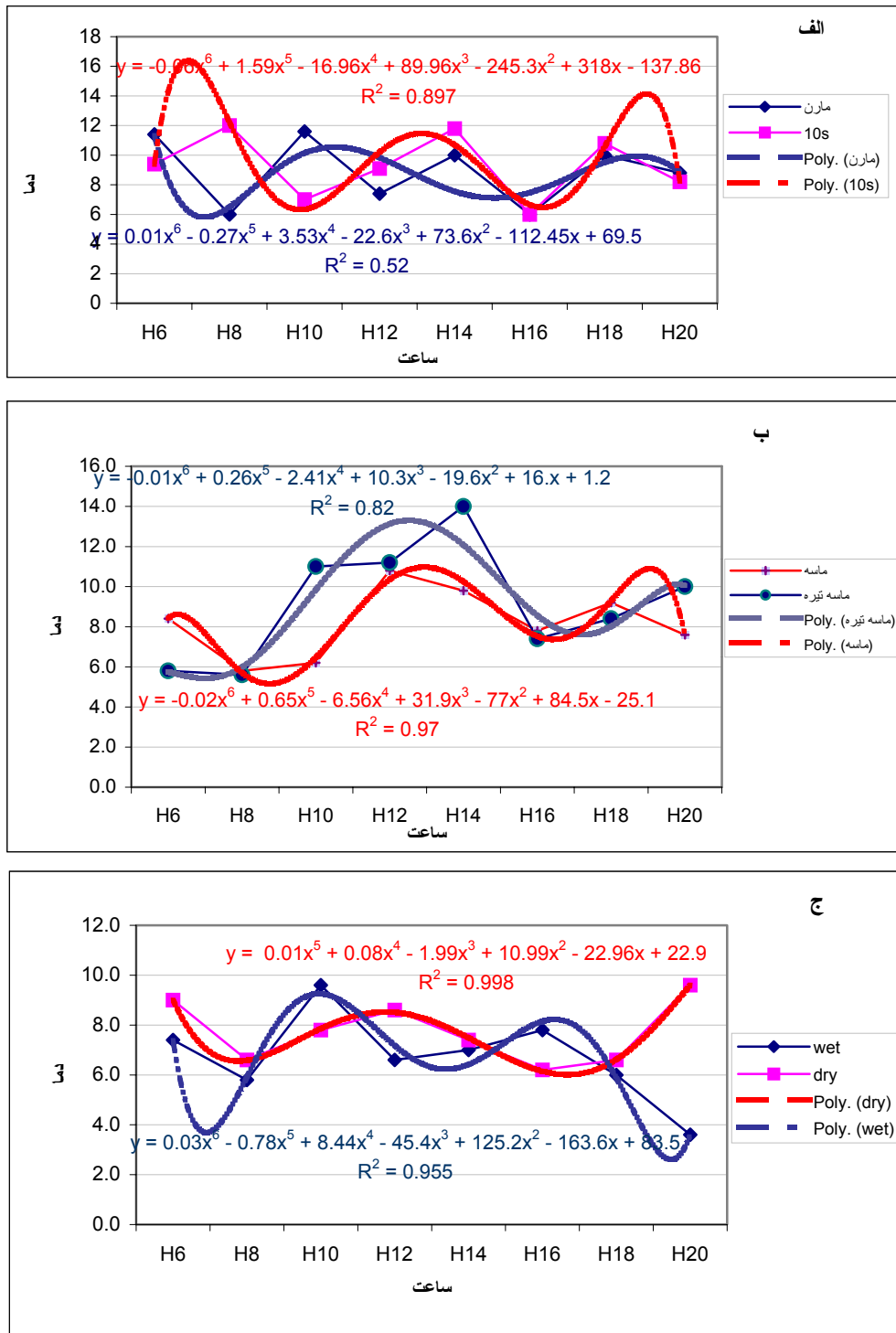


نمودار ۱۳- روند خطی و مدل بهینه دمای ماسه تیره و دمای ماسه روشن در ساعت ۶ صبح (الف)، ساعت ۱۸ عصر (ب) و ساعت ۲۰ شب (ج)



## نتیجه گیری

با توجه به نتایج تحقیق در حوضه مطالعاتی ریز اقلیم، رژیم حرارتی سطوح و پدیده ها کاملاً تحت تاثیر و کنترل خصوصیات فیزیکی و حرارتی شان می باشد.



شکل شماره ۱۵- سیر دامنه نوسان دمای روزانه و خط روند پلی نامیال سطوح در ساعات مختلف

و چون پدیده ها از عناصر و کانی های متفاوت و بافت های متنوعی هستند ، بنابراین رژیم دمایی مختلفی را با شرایط یکسان جوی و تابش خورشید نشان می دهند . روند زمانی دمای خاک نسبت به متغیرهای اقلیمی ( هوای خشک و تر ) بسیار منظم تر است و به علت هدایت گرمایی ضعیف سطوح خاک بیابانی موج روزانه دما در سطوح بالایی آن مشهود و عمق ۱۰ سانتیمتری خاک نیز تقریباً هماهنگ با سطوح بالایی زمین است . سطوح مختلف با تفاوت های دمایی فاحش در زمانهای خاصی ( ساعات ابتدائی و انتهائی روز ) از شرایط حرارتی متعادل و هماهنگی برخوردار بوده و در زمانهایی مثل ساعات نیمروزی دارای شرایط حرارتی کاملاً متفاوت هستند . شرایط تعادل بیشتر در شرایط حذف امواج الکترومغناطیسی خورشید فراهم می شود ، بنابراین تفاوت خصوصیات فیزیکی و حرارتی پدیده ها در برابر تابش موج کوتاه خورشید کاملاً واضح است .

نتایج همچنین نشان می دهد که تغییرات ساعتی دمای پدیده های مختلف تغییرات سینوسی است که با انرژی خورشیدی رسیده به سطح ، هم فاز است ، به طوریکه در طول روزهای متمادی تغییرات کاملاً مشابهی دارد . ضمناً سطوح خاکی و سنگی با خصوصیات حرارتی ویژه ( گرمای ویژه ، هدایت گرمایی و ظرفیت گرمایی پایین ) نسبت به هوای تر و خشک از نوسانات بالاتری برخوردارند .

شدت تغییرات دما با ظرفیت گرمایی رابطه عکس و با ضریب جذب گرمایی رابطه مستقیم دارد . بنابراین ممکن است بتوان گفت ضریب جذب گرمایی مارنها نسبت به ماسه بیشتر است و این ظرفیت گرمایی بالا باعث می شود در بین ساعات ۱۲ تا ۱۶ تغییر دمایی مارن جزئی باشد در حالیکه در این ساعات ماسه روشن و تیره تغییرات دمایی زیادی (  $1/4$  و  $9/2$  درجه سانتیگراد ) دارند . دمای بالای مارن در مقایسه با ماسه روشن و تیره در قبل از ظهر ناشی از ظرفیت گرمایی بالای مارن به علت مقدار رطوبت موجود در ذرات مولکولی رسها نسبت به مقدار رطوبت موجود در شن (کوارتز) است . همچنین سطوح خاکی مجموعه ای از مواد معدنی هستند که بازتاب طیفی آنها ناشی از طیف های یکایک مواد معدنی موجود در آن سطح است . مواد معدنی که سنگهای اسیدی را می سازند حداقل توان تشعشعی در طول موجهای کوتاهتر را نسبت به سنگهای بازی دارند .

#### تقدیر و تشکر :

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تهران به خاطر همکاری و تامین اعتبار مالی این طرح قدردانی می شود .



- ۱- بای بوردی ، محمد . ۱۳۷۲ ، فیزیک خاک ، انتشارات دانشگاه تهران
  - ۲- بزرگنیا ، ابوالقاسم . حسینعلی نیرومند ، ۱۳۷۲ ، سری های زمانی ، پیام نور ، تهران
  - ۳- جاهدی ، فرشید . شاهرخ فرخی (مترجمان) ، ۱۳۷۵ ، مبادی سنجش از دور ، مرکز سنجش از دور ایران ، تهران
  - ۴- علوی پناه ، سید کاظم . ۱۳۸۱ ، بررسی دمای پدیده های سطحی حاشیه یاردانگهای بیابان لوت با استفاده از داده های حرارتی ماهواره ، بیابان ، دانشگاه تهران ، شماره ۲ جلد هفتم
  - ۵- علوی پناه ، سید کاظم و همکاران . ۱۳۸۲ ، مطالعه رژیم حرارتی بیابان لوت ، مرکز تحقیقات بین المللی همزیستی با کویر و معاونت پژوهشی دانشگاه تهران
  - ۶- علوی پناه ، سید کاظم . ۱۳۸۲ ، کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (علوم خاک) ، انتشارات دانشگاه تهران
  - ۷- علیجانی ، بهلول . محمد رضا کاویانی . ۱۳۷۱ ، میانی آب و هواشناسی ، سمت ، تهران
  - ۸- کاویانی ، محمد رضا . ۱۳۸۰ ، میکروکلیماتولوژی ، سمت ، تهران
- 9- Friedman, E. J. 1980. Endolithic microbial life in hot and cold deserts, origins of life 10, 223-35
  - 10- Krinsley. D. H, 1970, a geomorphological and paleoclimatology study of the playas of Iran. USGS final scientific report, contract proc 70-800, US air force Cambridge research.
  - 11- Kerr, A, B, J. Smith, B. whally, J. P. Mc Greevy 1984, Rock Temperatures from southeast Morocco and their significance from experimental rock weathering studies. Geology 12,306-9.
  - 12- Norman, J. M. Divakarla, M. and Goel, S. 1995. Algoritms for extracting information from remote thermal-IR observations of the earth surface, remote sensing enviranment, 51:157-168
  - 13- Peel, R. F. 1974 , Insulation and weathering: Some measures of diurnal temperature changes in exposed rocks in the Tibesti region, Central Sahara Zeit fur Geomorphic, 21, 19-28
  - 14- Smith, B. J. 1977, Rock temperature measurements from northwest Sahara and their implications for rock weathering, catena 4, 41 – 63.
  - 15- Walburg, M. R. 1964, Observations on microclimate in habitate of some desert vipers in the negav Arava and Dead sea Region vicet milieu 15 1071-41